



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

**“DISEÑO Y PRESUPUESTO ECONÓMICO DE UN SISTEMA
PARA PRUEBAS DE HERMETICIDAD EN LA LÍNEA DE
ENSAMBLAJE FINAL DE BUSES, DE LA EMPRESA”
“CARROCERÍAS YAULEMA Jr.”**

TRABAJO DE TITULACIÓN

TIPO: PROPUESTA TECNOLÓGICA

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO AUTOMOTRIZ

AUTORES: DIEGO HENRY BUENAÑO TINIZARAY

GEOVANNY ALFREDO VARGAS VIMOS

DIRECTOR: ING. EDER CRUZ SIGÜENZA

Riobamba-Ecuador

2019

©2019, Diego Henry Buenaño Tinizaray; Geovanny Vargas Vimos


Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor

Nosotros, Diego Henry Buenaño Tinizaray y Geovanny Alfredo Vargas Vimos, declaramos que el presente trabajo de titulación es de nuestra autoría y basado en el proceso de investigación y/o adaptación tecnológica establecido en “CARROCERÍAS YULEMA JR.” Que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos que constan en el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

En tal virtud, asumimos la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación.



Diego Henry Buenaño Tinizaray
Cédula de Identidad: 1900483942-4



Geovanny Alfredo Vargas Vimos
Cédula de Identidad: 0603914466-4

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

El tribunal de trabajo de titulación certifica que: El trabajo de titulación: Tipo: Propuesta Tecnológica, **“DISEÑO Y PRESUPUESTO ECONÓMICO DE UN SISTEMA PARA PRUEBAS DE HERMETICIDAD EN LA LÍNEA DE ENSAMBLAJE FINAL DE BUSES, DE LA EMPRESA” “CARROCERÍAS YAULEMA Jr.”**, realizado por los señores: **DIEGO HENRY BUENAÑO TINIZARAY; GEOVANNY ALFREDO VARGAS VIMOS**, ha sido minuciosamente revisados por los Miembros del Tribunal del trabajo de titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, la tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. José Francisco Pérez Fiallos PRESIDENTE DEL TRIBUNAL		<u>2019-11-28</u>
Ing. Eder Lenin Cruz Sigüenza DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN		<u>2019-11-28</u>
Ing. Johnny Marcelo Pancha Ramos MIEMBRO DE TRIBUNAL		<u>2019-11-28</u>

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo de titulación a Dios, por darme fuerza y sabiduría durante toda la carrera. A mis padres que me brindaron su apoyo y cariño incondicional, además de grandes consejos que me inspiraban a no rendirme. A mis hermanas que fueron una fuente de inspiración que estuvo conmigo en todo momento y a mi novia quien siempre estuvo apoyándome y que fue un pilar importante a lo largo de mi carrera

BUENAÑO TINIZARAY DIEGO HENRY

Esta tesis se la dedico a mi Dios y a mis padres quienes supieron guiarme por el buen camino, darme fuerzas para no desmayar ante las adversidades presentes durante mi vida estudiantil, dedico esta tesis a mi hija quien fue mi inspiración para culminar mi carrera y llegar a ser un profesional.

VARGAS VIMOS GEOVANNY ALFREDO

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mi madre Fanny Tinizaray y a mi padre Carlos Buenaño quienes me apoyaron durante todos mis estudios incondicionalmente, guiándome para siempre mejorar en los mismos y como persona. A mis hermanas y abuelitos que siempre estuvieron ahí para brindarme su apoyo y sus consejos y a mi novia Roció Silva quien fue un gran apoyo en los peores momentos.

También agradezco a los docentes encargados del trabajo de titulación, ingenieros Eder Cruz y Johnny Pancha, que con su ayuda nos guiaron para la realización de esta. De igual manera a todos los docentes, compañeros y amigos de la Escuela de Ingeniería Automotriz.

BUENAÑO TINIZARAY DIEGO HENRY

Agradezco a Dios, por su bendición y sabiduría a toda mi familia, amigos y hacia mí, a mis padres por confiar y creer en mis expectativas y también por que supieron enseñarme valores y principios durante todos estos años.

También expreso mi agradecimiento a todos los docentes de la Escuela de Ingeniería Automotriz, quienes con la enseñanza de sus valiosos conocimientos hicieron que pueda crecer día a día como profesional.

Finalmente quiero expresar mi sincero agradecimiento a los ingenieros Eder Cruz y Johnny Pancha quienes con su profesionalismo y experiencia me permitieron llevar a cabo con éxito esta etapa de mi vida.

VARGAS VIMOS GEOVANNY ALFREDO

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xii
RESUMEN.....	xv
ABSTRACT.....	xvi
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I	
1. MARCO REFERENCIAL.....	2
1.1. Antecedentes.....	2
1.2. Planteamiento del problema.....	2
1.3. Justificación.....	3
1.3.1. Justificación teórica.....	3
1.3.2. Justificación metodológica.....	3
1.3.3. Justificación practica.....	3
1.4. Objetivos.....	4
1.4.1. Objetivo general.....	4
1.4.2. Objetivos específicos.....	4
CAPÍTULO II	
2. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. <i>Que es una carrocería</i>	5
2.2. Concepto estructural de una carrocería.....	5
2.3. Clasificación de las carrocerías.....	6
2.3.1. <i>Carrocerías según la distribución del espacio interior.</i>	6
2.3.2. <i>Clasificación de las carrocerías según el tipo</i>	6
2.4. Chasis utilizado para Autobús.....	8
2.5. Empresas Carroceras a nivel global.....	9
2.5.1. <i>Carrocerías en Sudamérica</i>	10
2.5.2. <i>Carrocerías en el Ecuador</i>	10
2.6. <i>“Carrocerías Yaulema Jr”</i>	11
2.6.1. <i>Misión</i>	12
2.6.2. <i>Visión</i>	12
2.7. Procesos de producción.....	12
2.7.1. <i>Diseño</i>	12
2.7.2. <i>Recepción de chasis</i>	13

2.7.3.	<i>Fase 1: Armado de la Estructura</i>	13
2.7.4.	<i>Fase 3 Montaje</i>	21
2.7.5.	<i>Fase 4: Revestimiento Inferior</i>	24
2.7.6.	<i>Fase 5: Pintura</i>	27
2.7.7.	<i>Fase 6: Acabados</i>	29
2.7.8.	<i>Entrega al cliente</i>	31
2.8.	Estanqueidad	31
2.8.1.	<i>Estanqueidad de la cabina o habitáculo</i>	31
2.8.2.	<i>Problemas de estanqueidad en cabinas</i>	31
2.9.	Prueba de Estanqueidad Automotriz en cabinas	32
2.9.1.	<i>Prueba de estanqueidad por lluvia</i>	32
2.9.2.	<i>Prueba de estanquidad por ultrasonido acústico</i>	33
2.10.	Bombas hidráulicas	34
2.10.1.	<i>Bombas centrifugas</i>	34
2.10.2.	<i>Bombas periféricas</i>	35
2.11.	Boquillas de pulverización	36
2.11.1.	<i>Patrones de aspersión</i>	37
2.11.2.	<i>Geometría de los patrones de aspersión</i>	38
2.12.	Tuberías para redes de distribución de agua	40
2.12.1.	<i>Tuberías de PVC</i>	41
2.12.2.	<i>Tubería de acero galvanizado</i>	42
2.12.3.	<i>Tubería de acero inoxidable</i>	43
CAPÍTULO III		
3.	DISEÑO Y ANALISIS	45
3.1.	Selección de alternativa para el diseño	45
3.1.1.	<i>Selección del sistema para prueba de estanqueidad</i>	46
3.2.	Diseño estructural del sistema	46
3.2.1.	<i>Dimensionamiento de la estructura</i>	46
3.2.2.	<i>Proteccion anticorrosiva de la estructura</i>	49
3.3.	Diseño del sistema hidráulico	50
3.3.1.	<i>Selección de boquillas de Aspersión</i>	50
3.3.2.	<i>Cálculo de tuberías primarias y secundarias</i>	53
3.3.3.	<i>Selección del material de la red de tubería</i>	56
3.3.4.	<i>Análisis en la red de tubería</i>	57
3.4.	Sistema de recolección y tratamiento del agua	66
3.5.	Diseño completo del sistema	67

CAPÍTULO IV

4.	PRESUPUESTO ECONÓMICO	70
4.1.	Costos directos	70
4.2.	Costos indirectos	71
	CONCLUSIONES.....	73
	RECOMENDACIONES.....	74
	BIBLIOGRAFÍA	
	ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-2: Alturas mínimas de Pulverización sugeridas.....	39
Tabla 2-2: Altura minia de pulverización sugerida.....	40
Tabla 1-3: Dimensiones del bus.....	47
Tabla 2-3: Dimensiones de aspersores.....	51
Tabla 3-3: Números de boquillas a utilizar.....	53
Tabla 4-3: Velocidades recomendadas para fluidos en tubería.....	55
Tabla 5-3: Calculo del diámetro de las tuberías.....	56
Tabla 6-3: Cotización de cada material.....	57
Tabla 7-3: Valor del coeficiente de rugosidad en tuberías.....	57
Tabla 8-3: Coeficiente de pérdidas en accesorios para tubería	59
Tabla 9-3: Datos conocidos de la red hidráulica.....	60
Tabla 10-3: Perdida por accesorios.....	62
Tabla 11-3: Coeficiente de presión de vapor de agua a diferentes temperaturas	65
Tabla 12-3: Constante K de pérdidas en accesorios para la tubería de succión.....	66
Tabla 13-3: Ficha Técnica.....	69
Tabla 1-4: Costos directos	70
Tabla 2-4: Gastos de mano de obra.....	71
Tabla 3-4:: Costos de operación	71
Tabla 4-4: Costos indirectos	72
Tabla 5-4: Costo total.....	72

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-2: Carrocería.....	5
Figura 2-2: Distribucion de los tipos de carrocerías según el espacio interior	6
Figura 3-2: Chasis independiente	7
Figura 4-2: Carrocería Autoportante.....	8
Figura 5-2: Chasis HINO	9
Figura 6-2: Chasis tipo Buggy	9
Figura 7-2: Producción en una carrocería.....	10
Figura 8-2: Prueba de estanqueidad por el método de lluvia.....	32
Figura 9-2: Prueba de estanqueidad por ultrasonido.....	33
Figura 10-2: Partes de la bomba centrífuga	35
Figura 11-2: Funcionamiento de bomba Periférica	36
Figura 12-2: Patrón de aspersión de.....	37
Figura 13-2: Patrón de aspersión de abanico	38
Figura 14-2: Patrón de aspersión de abanico	38
Figura 15-2: Patrón de aspersión uniforme.....	38
Figura 16-2: Patrón de aspersión,	39
Figura 17-2: Patrón de aspersión	39
Figura 18- 2: Tubería de PVC.....	41
Figura 19-2: Tubería Galvanizada	42
Figura 20-2: Tuberia de acero inoxidable.....	43
Figura 1-3: Dimensión lateral	46
Figura 2-3: Dimensión frontal de la carrocería	47
Figura 3-3: Estructura metálica.....	48
Figura 4-3: Análisis de esfuerzos.....	48
Figura 5-3: Pintura anticorrosiva	49
Figura 6-3: Tipos de boquillas	50
Figura 7-3: Distribución de boquillas desde vista superior.....	52
Figura 8-3: Distribución de boquillas	53
Figura 9-3: Distribución de boquillas vista lateral.....	53
Figura 10-3: Plano de la red de tubería.....	54
Figura 11-3: Ruta Crítica	55
Figura 12-3: Tramos de la red de tubería.....	56
Figura 13-3: Conservación y distribución del caudal	60
Figura 14-3: Puntos de análisis para calcular la.....	63

Figura 15-3: Recolectores de agua residual	67
Figura 16-3: Cisterna y filtro	67
Figura 17-3: Sistema para pruebas de estanqueidad.....	68
Figura 18-3: Vista en detalle.....	68

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Grafico 1-2: Armado de Plataforma y Arcos	14
Grafico 2-2: Armado Estructura Capota Laterales B	15
Grafico 3-2: Armado de frente Ángulos y Remate C.....	16
Grafico 4-2: Armados de marcos Claraboyas, bombas, bandejas de rueda, bodegas D	17
Grafico 5-2: Montaje Capota.....	18
Grafico 6-2: Frente y Posterior	19
Grafico 7-2: Accesorios Varios.....	20
Grafico 8-2: Instalación de chasis.....	21
Grafico 9-2: Ensamble Cabina	22
Grafico 10-2: Accesorios	23
Grafico 11-2: Plataforma	24
Grafico 12-2: Forros laterales	25
Grafico 13-2: Accesorios y Electricidad.....	26
Grafico 14-2: Preparación.....	27
Grafico 15-2: Aplicación.....	28
Grafico 16-2: Terminaciones gruesas	29
Grafico 17-2: Terminaciones Ligeras	30
Grafico 18-2: Proceso para la prueba de estanqueidad por lluvia.....	33
Grafico 1-3: Esquema del sistema hidráulico	50
Grafico 2-3: Proyección de chorro mediante boquilla de 30°.....	52
Grafico 3-3: Proyección de chorro mediante boquilla de 60°	52
Grafico 4-3: Curva característica de la bomba.....	64
Grafico 5-3: NPSH de la bomba	64

Simbología

Cm	Centímetros
°C	Grados centígrados
mm	Milímetros
min	Minutos
WL	Dimensión de boquilla
m	Metro
psi	Unidad de presión
Q	Caudal
Q _T	Caudal total
Q _b	Caudal de la boquilla
N _b	Numero de boquillas
D	Diámetro
V	Velocidad
Re	Valor de Reynolds
ρ	Densidad
μ	Viscosidad
g	Gravedad
L	Longitud
f	Factor de fricción
K _S	Rugosidad
log	Logaritmo
H _m	Perdidas por accesorios
Kacc	Constante de pérdida del accesorio
K	Cambios de sección

K_g	Kilogramos
H_F	Perdidas por fricción
H_{FT}	Perdidas en un tramo
NPSHd	Carga positiva neta de succión disponible.
NPSHr	Carga positiva neta de succión requerida
P_O	Presión del reservorio (absoluta)
γ	Peso específico del líquido
H_a	Altura del tubo de aspiración
H_b	Altura de la Bomba
K_{ASP}	Coeficiente de pérdidas del tubo de aspiración
S	Segundos

RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo el diseño, y el presupuesto económico para la futura implementación de un sistema tecnológico para realizar pruebas de estanqueidad en la empresa de carrocerías Yaulema Jr. En su afán de crecer como empresa ha decidido la tecnificación de este proceso debido a que esta prueba es de vital importancia para cumplir con una normativa vigente para las carrocerías, la cual establece lo siguiente: Asegurar la hermeticidad de la unidad de transporte. La metodología aplicada es la revisión bibliográfica documental mediante la cual se recopilará toda la información disponible y se investigó y analizo todos los parámetros físicos y de construcción que están inmersos y que son el motivo para que se produzcan filtraciones en un bus, como: lluvia, velocidad, calidad de soldaduras, acople de ventanas, puertas, parabrisas, colocación de luces etc. Posteriormente y tomando en cuenta toda la información y conocimientos adquiridos se realizó el modelado en CAD del diseño estructural, teniendo presente la calidad, resistencia de los materiales, la ergonomía del sistema y demás parámetros de diseño. Con la metodología de cálculo, empleando formulas, se realizó todo el análisis de pérdidas de carga en tuberías, selección de cañerías, bomba y los aspersores que debe tener el sistema para simular la lluvia y el impacto de la misma con la carrocería. Finalmente podemos concluir que este sistema será muy útil ya que nos permitirá comprobar si existen problemas de filtración, antes de avanzar al proceso final, por lo que se recomienda que las pruebas de simulación de lluvia se deben realizar a las carrocerías terminadas en un 100 % y antes de ser entregadas a sus clientes, ya que cualquier elemento adicional colocado en la carrocería puede generar filtraciones.

Palabras clave: <FILTRACIÓN>, <CARROCERÍAS>, <ESTANQUEIDAD>, <DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN>, <CAD (SOFTWARE)>, <PRUEBA>.



ABSTRACT

The present work aims to design and obtain the economic budget for the future implementation of a technological system to perform tightness tests in the car body company Yaulema Jr. In its eagerness to grow as a company, it has decided the technification of this process due to that this test is of vital importance to comply with current regulations for the car bodies, which establishes the following: Ensure the tightness of the transport unit. The methodology applied is the documentary bibliographic review through which all the available information is collected and all the physical and construction parameters that are immersed and that are the reason for leaks in a bus, such as: rain, speed, quality of welds, coupling of windows, doors, windshield, placement of lights etc, are investigated and analyzed. Subsequently and taking into account all the information and knowledge acquired, a CAD modeling of the structural design was carried out, taking into account the quality, strength of the materials, the ergonomics of the system and other design parameters. With the calculation methodology, using formulas, the entire analysis of load losses in pipes, selection of pipes, pump and sprinklers that the system must have to simulate the rain and the impact of the same with the body car, was performed. Finally, we can conclude that this system will be very useful since it will allow us to check if there are filtration problems, before advancing to the final process, so it is recommended that rain simulation tests should be performed on 100% finished car bodies and before being delivered to its customers, since any additional element placed in the car body can generate filtrations.

Keywords: <FILTRATION>, <CAR BODIES>, <TIGHTNESS >, <DESIGN AND CONSTRUCTION>, <CAD (SOFTWARE)>, <TEST>.



INTRODUCCIÓN

Hoy en día las empresas carroceras en nuestro país han tenido un notable crecimiento industrial y es por esto que este sector carrocerero ecuatoriano tiene el desafío constante y el compromiso de cumplir las normativas vigentes en el Ecuador, por lo que deben someterse a rigurosas pruebas y revisiones de calidad por parte de la organización de regulación y control de tránsito ATM que es la encargada de la homologación de carrocerías. Un sistema para pruebas de hermeticidad en buses es de vital importancia en una empresa de carrocerías debido a que permite comprobar mediante un sistema de aspersores que estarán debidamente distribuidos, colocados y a la presión adecuada para generar la lluvia que cubrirá a toda la carrocería durante una cantidad de tiempo determinada, para asegurarnos que el ensamblaje es perfecto, y no existen ningún tipo de imperfecciones en soldaduras ni en la colocación de ventanas, parabrisas, puertas e iluminación, que causarían filtraciones de agua hacia el interior de la estructura que pudiera ser causa de corrosión generando pérdida de resistencia ante el caso de una colisión o algún percance que podría presentarse, o simplemente ingresar hacia las bodegas de equipaje, la cabina del conductor u ocupantes causando daños o incomodidad.

Actualmente esta prueba de estanqueidad en las diferentes empresas carroceras se la realiza de forma empírica y bajo ningún concepto técnico, causa por la cual se suele caer en un grave error de calidad y no cumplir con la norma establecida para la construcción de carrocerías. Es por esto que el objetivo principal de este trabajo de titulación es crear un sistema tecnológico fiable que sea capaz de comprobar que la unidad terminada sea completamente hermética, verificando que no existe ningún tipo de filtración y bajo las condiciones reales a las que un bus se enfrenta al transitar por las vías de nuestro país y que podrían causar este tipo de problemas e inconvenientes.

CAPÍTULO I

1. MARCO REFERENCIAL

1.1. Antecedentes

Carrocerías Yaulema Jr. es una empresa nueva en el mercado que se fundó como tal el 2015. Anterior mente era un taller mediano que se enfocaba en un campo menor y específico, como a la reparación de autobuses con alguna imperfección debido a choques o algún siniestro. Con el pasar de los años se fueron reforzando conocimientos y ganando experiencia en el campo, es así que esta empresa fue creciendo mediante la implementación de mano de obra técnica y la tecnificación de procesos de fabricación, llegando así a conseguir con gran esfuerzo y trabajo arduo la homologación de sus carrocerías, pasando de ser un taller que solo era prestador de servicios de reparación a fabricar sus propias carrocerías.

Esta empresa tiene el compromiso de seguir creciendo e ir mejorando y automatizando su metodología en la línea de producción, por lo que ahora está enfocada en la tecnificación para comprobar la presencia de posibles filtraciones en la carrocería, ya que hasta ahora esta prueba se la realiza empíricamente. Por lo que implementara un sistema para pruebas de estanqueidad brindando de esta forma autobuses de mayor calidad en el mercado

1.2. Planteamiento del problema

Carrocerías Yaulema Jr. en la actualidad cuenta con un sistema empírico para la prueba de hermeticidad, por lo que no garantiza que no existan fisuras en sus unidades terminadas, por lo que es necesaria la implementación de un sistema sofisticado que reúna todas las características y parámetros técnicos y normativas vigentes del ANT, necesarios para cumplir a cabalidad y poder entra en circulación , brindando una mayor calidad y confort en el automotor de forma que la carrocería no presente problemas en lo posterior y de esa forma evitar incurrir en pérdidas para la empresa

1.3. Justificación

1.3.1. Justificación teórica

En la teoría este trabajo de titulación se justifica, mediante la contribución de información técnica y veraz para la elaboración de una nueva tecnología para las empresas carroceras existentes en nuestro país, ya que una vez realizado este sistema puede ser aplicado en las diferentes compañías carroceras, es decir se pueden generalizar los resultados a alcanzar, además de exponer teóricamente todos los conceptos y parámetros necesarios para la elaboración de este sistema que ayudara al sector automotriz a tecnificar sus procesos y mejorar la calidad de producción.

1.3.2. Justificación metodológica

La metodología se justifica en las características particulares de este diseño. Gestionando variables tanto cualitativas como cuantitativas que nos permitan manejar los datos de manera diferenciada, obteniendo información importante que sirva de base para nuestro diseño, además de una investigación bibliográfica, de cálculo y diseño que está basada en los pasos a seguir cronológicamente para lograr el objetivo del presente trabajo. Empezando con una investigación documental necesaria para la recolección de información de diferentes medios como sitios web, publicaciones, revistas, ensayos etc. para luego realizar todos los cálculos tomando en cuenta parámetros tanto estructurales como de funcionamiento necesario para diseñar el sistema que implementaremos

1.3.3. Justificación práctica

En la práctica este sistema de pruebas de estanqueidad contribuye a solucionar un problema presente en la empresa debido a que nos permite comprobar que no existen fisuras en la carrocería ya terminada, es decir que es hermética, además de tecnificar uno de los procesos en la producción y mejorar la calidad del mismo. Una vez realizada la prueba se verificará si la unidad esta lista para ser entregada sin correr el riesgo de que pueda presentar problemas de filtraciones una vez que ya esté en funcionamiento ocasionando pérdidas económicas y poniendo en riesgo la credibilidad de CARROCERIAS YAULEMA JR

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

- Diseñar el sistema de pruebas de hermeticidad, mediante un simulador de lluvia que cumpla con parámetros técnicos y obtener el presupuesto para su construcción dentro de la empresa carrocería Yaulema Jr.

1.4.2. Objetivos específicos

- Cumplir con la norma NTE INEN 1 323: 2009 establecida por la ANT (Agencia Nacional De Transito) para la homologación de carrocerías en el país
- Diseñar la estructura y el sistema para realizar las pruebas de hermeticidad, con el cual se espera garantizar que el producto no tiene problemas de filtración de fluidos.
- Establecer un presupuesto económico para la futura implementación del sistema de pruebas de hermeticidad en carrocerías Yaulema Jr.
- Aportar con el crecimiento de la empresa mediante la futura tecnificación de uno de sus procesos en la línea de ensamblaje final.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. *Que es una carrocería*



Figura 1-2: Carrocería
Fuente: (Dutan, 2009)

La carrocería de un automotor o también llamada latonería es el recubrimiento del chasis, es decir, es toda la parte externa del mismo con la finalidad de recubrirlo y protegerlo. En su interior es donde se ubican los ocupantes y la carga o equipaje, además de que juega un papel fundamental en la estética y aerodinámica del mismo (TUTEORICA, 2017)

2.2. Concepto estructural de una carrocería

Los vehículos actuales están diseñados para que se deformen lo máximo posible, conectando todos los elementos de la estructura para que transmitan el movimiento de unos a otros. En cuanto a concepción estructural se refiere, la carrocería es la encargada de soportar las fuerzas derivadas de la colisión y de evitar que la deceleración alcance, a los ocupantes, al mismo tiempo que absorbe la energía, para este fin dispone de tres zonas diferenciadas. (Tòmas Gòmez Morales - Josè Martin Navarro - Eduardo Àgueda Casado - Joaquín Gonzalo Gracia - Josè Luis Garcia jiménez, 2009)

- Módulo frontal: su misión es proteger la zona central transformando la energía cinética producto de la colisión en energía de deformación, de forma canalizada, programada y progresiva
- Modulo central: se refiere al habitáculo, siendo esta zona indeformable, es decir la más rígida para la seguridad de los pasajeros
- Modulo trasero: desempeña la misma función que la frontal en caso de choque trasero

2.3. Clasificación de las carrocerías

Todo automóvil se encuentra construido por dos partes claramente identificadas: mecánica y carrocería. La parte mecánica está formada por distintos elementos como son el motor, la transmisión, la dirección, etc. La carrocería es el armazón del vehículo. Está formada, generalmente, por superficies metálicas que se unen entre sí, que es donde se apoyan los elementos mecánicos. Existen distintas clasificaciones, pero por ser objeto de estudio en esta investigación nos centraremos en las más relevantes: Dependiendo de la distribución del espacio exterior y del tipo de carrocería. (Oscar Barrera Doblado - Joan Antoni Ros Martin, 2019)

2.3.1. Carrocerías según la distribución del espacio interior.

Esta clasificación es a partir de la forma en que se aprovecha el espacio teniendo en cuenta lo siguiente:

- **Monovolumen:** En este tipo de carrocería se integran el motor, la cabina y el maletero. Este tipo de estructura permite ganar mayor altura y espacio, pero perjudica la aerodinámica del vehículo
- **De dos volúmenes:** aquí se establece un volumen para el motor y otro volumen para el habitáculo y la carga
- **De tres volúmenes:** en esta estructura se distinguen claramente tres espacios, uno para el motor otro para el habitáculo y otro para la carga

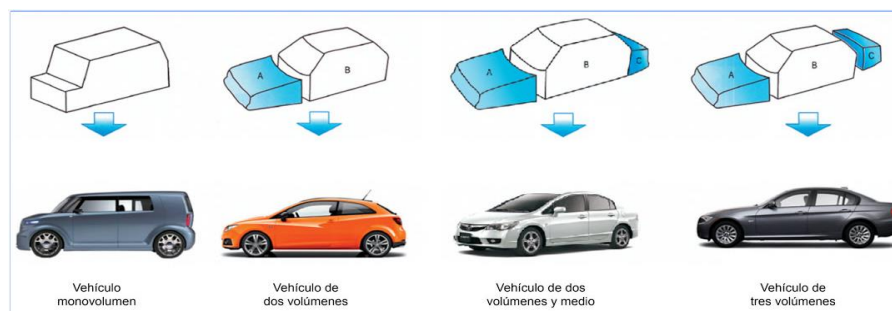


Figura 2-2: Distribución de los tipos de carrocerías según el espacio interior

Fuente: (Oscar Barrera Doblado - Joan Antoni Ros Martin, 2019)

2.3.2. Clasificación de las carrocerías según el tipo

Carrocería con chasis independiente: Es la estructura más antigua de las empleadas en el automóvil y, el más sencillo. Esta técnica fue la más utilizada hasta que apareció la técnica de la carrocería autoportante. Hoy en día, este concepto se aplica a los vehículos todoterrenos e

industriales, así como en aquellos donde la carrocería es de materia plástica, reforzada con fibras. Los armazones, o bastidor, están constituidos por dos largueros longitudinales o vigas de longitud variable, que se unen entre sí por travesaños distribuidos transversalmente o en diagonal.



Figura 3-2: Chasis independiente

Fuente: (Oscar Barrera Doblado - Joan Antoni Ros Martin, 2019)

Carrocería Autoportante: Es la carrocería adoptada por la mayoría de los turismos actuales. Su estructura puede dividirse en dos partes, los elementos fijos o carrocería desnuda y los elementos móviles que dotan al vehículo de la aerodinámica y la línea de diseño. Los vehículos que adoptan este tipo de carrocería tienen un mejor comportamiento en caso de accidente ya que se configuran zonas de deformación programadas. Está formada por un gran número de piezas de chapa, unidas entre sí mediante puntos de soldadura por resistencia eléctrica y al arco. Ciertas piezas, como puertas, portones, capós y aletas delanteras van unidas con tornillos. Incluso, existen varios modelos que llevan atornillados los frentes y, en algunos casos, las aletas traseras.

Características principales:

- Soporta todos los sistemas mecánicos y se auto soporta.
- Los elementos atornillados participan en menor medida en la distribución de esfuerzos.
- Las piezas que deben soportar las mayores cargas se construyen en chapas de mayor espesor.
- Son estructuras más ligeras, pero a la vez más rígidas, estables y flexibles.
- Son más económicas y precisas, debido al alto grado de automatización existente en su fabricación, lo que permite su tirada en grandes series.
- Presentan mayor facilidad de reparación por el hecho de llevar atornilladas las piezas que, por lo general, resultan dañadas con mayor frecuencia. Esto permite que se puedan sustituir o desmontar fácilmente y en menos tiempo. Además, pueden pintarse independientemente, evitando tiempos adicionales de enmascarado del vehículo.

Elementos principales:

Elementos exteriores: Forman la parte exterior de la carrocería. Están a la vista sin tener que ponerlas al descubierto. Se distribuyen en varios elementos principalmente estéticos, su cometido es taponar huecos y definir el perfil externo de la carrocería, y componentes estructurales, como los apoyos y los estribos, cuya finalidad es aguantar cargas y repartir los esfuerzos.

Elementos interiores: Por lo general no quedan a la vista ya que se esconden bajo las estructuras externas como: Tapizados, accesorios, y guarnecidos que cubren la carrocería. En su mayoría estos accesorios son compendios estructurales, que resisten los esfuerzos estáticos, que resultan del peso del auto, la carga, y los dinámicos, resultantes por el uso (incrementos, frenado, tomado de curvas, etc.).

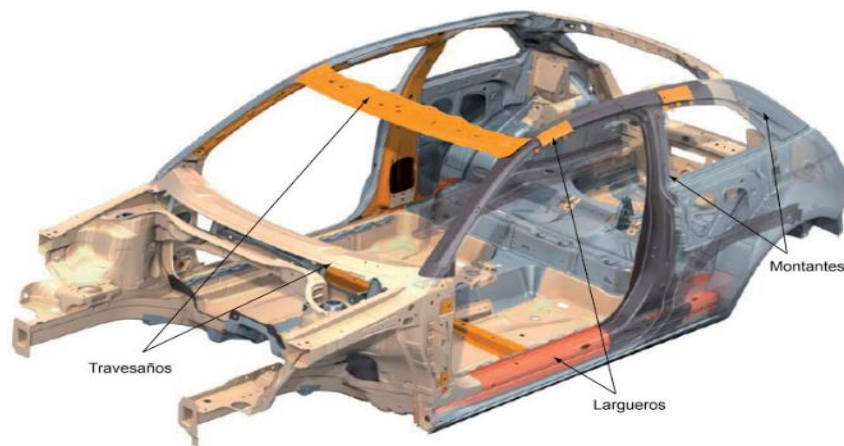


Figura 4-2: Carrocería Autoportante

Fuente: (Oscar Barrera Doblado - Joan Antoni Ros Martin, 2019)

2.4. Chasis utilizado para Autobús

Hoy en día para la construcción de carrocería para autobuses se utiliza dos tipos de bastidores en el Ecuador estos son:

De bastidores travesaños:

Este chasis es una estructura que sostiene y aporta rigidez dando la forma de un vehículo suele estar realizado de diferentes materiales. La forma básica que lo componen suelen ser de tubos y vigas, este tipo de chasis se ha venido utilizando por varios años en el Ecuador para realizar la construcción de carrocerías en los autobuses.



Figura 5-2: Chasis HINO
Fuente: Bus Ecuador

De bastidores tipo Buggy:

Este chasis hoy en día en la industria carrocera del Ecuador es la innovación ya que este chasis facilita el trabajo del carrocerero disminuyendo la necesidad de cambios en la estructura del chasis y garantizando mayor calidad en el producto final. Además, nos ayuda a la distribución de bodegas y así que el auto bus tenga más espacio para bodegas y sea en su interior más confortable. (Robert Schharft - James E. Duffy, 1999)



Figura 6-2: Chasis tipo Buggy
Fuente: Canales Sectoriales

2.5. Empresas Carroceras a nivel global

Las compañías Carroceras en todo el mundo piensan en la fabricación como un proceso de cambios de materiales en productos, recursos o servicios terminados, plasmando con las características esenciales para su elaboración. Con el paso de los años en los países desarrollados, la fabricación de carrocerías ha crecido conforme a las exigencias de la población y la restructuración de nuevas tecnologías, es decir, la industria se preocupa de la calidad en sus procesos, para mejorar la parte técnica de sus unidades, mediante la implementación de Sistemas de Gestión de Calidad, con la finalidad de detectar los posibles errores que puedan ocurrir y corregirlos a tiempo. La forma de fabricar las carrocerías va de la mano mucho con la seguridad de las personas, ya que, un control permanente en cada línea de Producción, permitirá prevenir

consecuencias graves, debido a que es un producto peligroso para manipular y enfocado directamente a la transportación de seres humanos. A nivel mundial en su totalidad se enfocan a satisfacer a un mercado potencial, consecuente a las normas existentes en el país y a las necesidades actuales de los compradores que cada día son más exigentes en la calidad del producto o servicio que se ofrece, causa por la cual se cuenta con un Sistema de Control de Calidad que les asegure verificar paso a paso los procesos de producción para de esta forma generar un producto de calidad y escalar en el mercado.

2.5.1. Carrocerías en Sudamérica

En la región de Sudamérica existen muchas empresas carroceras dedicadas a la elaboración de diferentes unidades de transporte comercial, estas empresas han ido creciendo con el Pasar de los años apegándose a las nuevas tecnologías y necesidades del mercado.

Brasil y Argentina son los principales países líderes en este mercado, en el mercado intencional MARCOPOLO empresa brasileña, es la más renombrada y la única con sucursales y presencia en todos los continentes. Cuenta con plantas en Argentina, Colombia, México, Egipto, Sudáfrica, China, Australia e India; tiene una delegación comercial en Rusia y una participación minoritaria en New Flyer, el principal fabricante de autobuses urbanos del mercado norteamericano.

Los costos de importación y las diferentes políticas comerciales han sido la principal causa para que este negocio valla creciendo a nivel de cada país, que han visto en esto una oportunidad de progreso y generación de empleo a nivel nacional. Siendo así que en los últimos años ha crecido de forma sustancial este tipo de empresas en cada país, apegándose a la tecnología moderna y necesidades locales.

2.5.2. Carrocerías en el Ecuador



Figura 7-2: Producción en una carrocería

Fuente: Revista Líderes

54 empresas que se dedican a la industria carrocera, Se homologaron por la ANT. Las empresas carroceras de este sector dan trabajo a más de 15 000 trabajadores, de forma directa como por subcontrataciones. Las industrias de carrocerías ecuatorianas tienen el fiel compromiso arduo de cumplir las normas vigentes en el país. Por esto, 54 de estas empresas, laboriosas en la elaboración de transporte urbano para distintos usos, consiguieron ser homologadas hasta junio del 2015 para la elaboración de cabinas, de acuerdo a los datos de la ANT y de la Cámara Nacional de Fabricantes de Carrocerías (Canfac). Estas industrias, tanto grandes, medianas y pequeñas trabajan en los diferentes sectores del país como: Manabí, Azuay, Santo Domingo de los Tsáchilas, Chimborazo, Pichincha, Guayas, y Tungurahua. Emplean a cerca de 5 000 trabajadores en forma directa y un aproximado de 10 000 mediante el subempleo; estos últimos son distribuidores de partes automotrices, es decir entregan asientos, ventanas y diferentes accesorios de vital importancia para la elaboración de las carrocerías. En la provincia de Tungurahua, existen 26 empresas donde laboran un aproximado de 2 800 empleados. Es aquí donde se arma el 65% de la fabricación total. Luis Jácome, quien está a cargo de la presidencia de la Canfac en esta provincia, asegura que el gran logro que se ha obtenido es en base y resultado de la calidad, menor costo, mayor tecnología, innovación en diseños y cumplimiento de los contratos. A esto también se le añade que en la provincia se encuentran las compañías más relevantes. Las industrias homologadas cumplen con la normativa de calidad impuestas. Aunque, las normas se revén pasando dos años y en ciertos casos se dificulta acatar la nueva reglamentación. El presidente del gremio está a favor de que las exigencias se mantengan pero que se agilicen los procesos de la revisión y la matriculación, de tal forma que no provoquen mucha demora. Se requieren reglas concretas y concisas de las entidades pertinentes, para maximizar y mejorar las exigencias para la homologación de los automotores. Hoy en día, uno de los inconvenientes son las certificaciones para el anclaje del asiento sobre la carrocería, que no se lo hace en nuestro país sino en España. Eso demandaría un total de USD 120 000. Lo que representa un valor muy elevado y se debe realizar en cada unidad. “Y al no dar cumplimiento con esto, tendremos que cerrar las puertas parando la producción. Esto produjo que se busque otras normas en la región como Perú, Colombia, Chile o Brasil que puedan implementarse”. (Moreta, 2015)

2.6. “Carrocerías Yaulema Jr”

La siguiente información es tomada de la empresa CARROCERÍAS YAULEMA JR.

CARROCERÍAS YAULEMA JR. Es una empresa ecuatoriana que busca mediante el trabajo en equipo proporcionar a nuestros clientes servicios de calidad en la construcción de carrocerías para buses urbanos, interprovinciales, interprovinciales y FC intraprovincial. Nuestro compromiso este guiado por valores como seguridad, integridad y responsabilidad. Lo que nos permite cumplir con las normativas vigentes de la legislación ecuatoriana.

2.6.1. Misión

Ser una empresa de servicios, producción y montaje de esta estructura para carrocerías creando un producto con terminados de calidad: comprometida y responsable con su producto, optimizando recursos como la mano de obra, maquinaria y materiales, a través de la mejora continua al cumplir con estándares de calidad y direccionamiento del mercado daremos un valor agregado a nuestro producto llegado a ser competitivo.

2.6.2. Visión

Ser una empresa líder a nivel nacional en corto plazo la misma que satisfaga la necesidad de nuestros clientes y el consumidor final. Con la mejora de nuestros procesos seremos entes contribuyentes del estado además de seguir evolucionando de tal manera que se pueda crear fuentes de trabajo la misma que acoja personal de calidad.

2.7. Procesos de producción

CARROCERÍAS “YAULEMA Jr.” Tiene establecido su proceso para la producción de carrocerías, para ello se han establecido registros según cada área de trabajo para las actividades que se necesita en el proceso. El proceso de producción de CARROCERÍAS YAULEMA Jr. se encuentra dividido en 4 fases: Preparación de materiales, Estructura, Ensamblaje, Pintura. Al Departamento de Gerencia Comercial, llegan requisitos solicitados por el cliente, COTIZACIÓN, los cuales son receptados por Gerencia para realizar la cotización correspondiente y dar respuesta oportuna al cliente mediante una proforma el tiempo de elaboración de la carrocería es de 8 semanas.

Para la elaboración de proformas es necesario adjuntar un diseño del trabajo requerido. Aprobada la proforma por parte del cliente, el jefe de producción llena la ORDEN DE TRABAJO, y la envía al Departamento de Producción, en esta etapa, se delega las actividades a realizar para cumplir el pedido del cliente. A cada colaborador, se le entrega una copia de la orden de trabajo.

2.7.1. Diseño

En este proceso se determina la selección del servicio de la unidad requerida y normas aplicables, los mismos que están emitidos por la ANT:

- Especificaciones del chasis
- Estabilidad
- Confort
- Mantenimiento
- Seguridad
- Método de anclaje y montaje
- Estructura

Para diseñar la estructura se necesita de un software que permita conocer la respuesta del modelo a las condiciones externas de funcionamiento. Para el análisis y posterior simulación de la estructura se realiza la recopilación de datos del fabricante y los productos homologados por la "ANT", para los chasis aptos para este servicio, se realiza el modelo mecánico y las pruebas de simulación.

Es importante conocer los diferentes estragos que se puedan dar en el modelo del diseño. La normativa INEN 1323 exige en la cláusula 5.1.5.1, la aplicación de una carga estática uniformemente distribuida sobre el techo con una magnitud del 50% del peso máximo admisible para el chasis, esta magnitud corresponde al peso bruto vehicular. Una vez terminado el estudio y análisis de planimetría, se emitirá una orden de adquisición de materiales emitido por el Gerente General.

2.7.2. Recepción de chasis

El primer proceso dentro del área de producción es el ingreso del chasis a la línea de producción, para lo cual se establecen diferentes requerimientos estos servirán como punto de partida del proceso de fabricación, estos procesos además brindaran las garantías necesarias para que el producto final cumpla con los estándares de calidad solicitados, estos se detallan a continuación.

- Recepción del chasis al área de producción.
- Verificar especificaciones técnicas con las que ingresa el chasis al área de producción, tomando en consideración la hoja de datos técnicos del fabricante.
- Receptar los documentos de verificación con los accesorios pertinentes a los establecidos en el contrato de compra.
- Preparación del chasis y ubicación en el área designada para el proceso de carrozado.
- Sacar los diferentes accesorios y componentes innecesarios o frágiles del chasis que dificultan el proceso de carrozado como, por ejemplo: baterías, tanque de combustible, ECU, llantas de emergencia, protectores y cubiertas del motor, entre otros.
- Almacenar estos componentes y etiquetarlos con el código respectivo en la bodega.
- Proteger los elementos vulnerables o que podrían sufrir daños en el proceso de carrozado.

2.7.3. Fase 1: Armado de la Estructura

Este proceso se realiza conjuntamente con el chasis, en este proceso se garantiza que todas las partes que conforman la carrocería se vayan ensamblando de manera que todas las piezas y elementos se coloquen de forma que cumplan con los requerimientos paramétricos establecidos en los planos de construcción. Se debe garantizar la verticalidad y horizontalidad e inclinación de los elementos principales de la estructura.

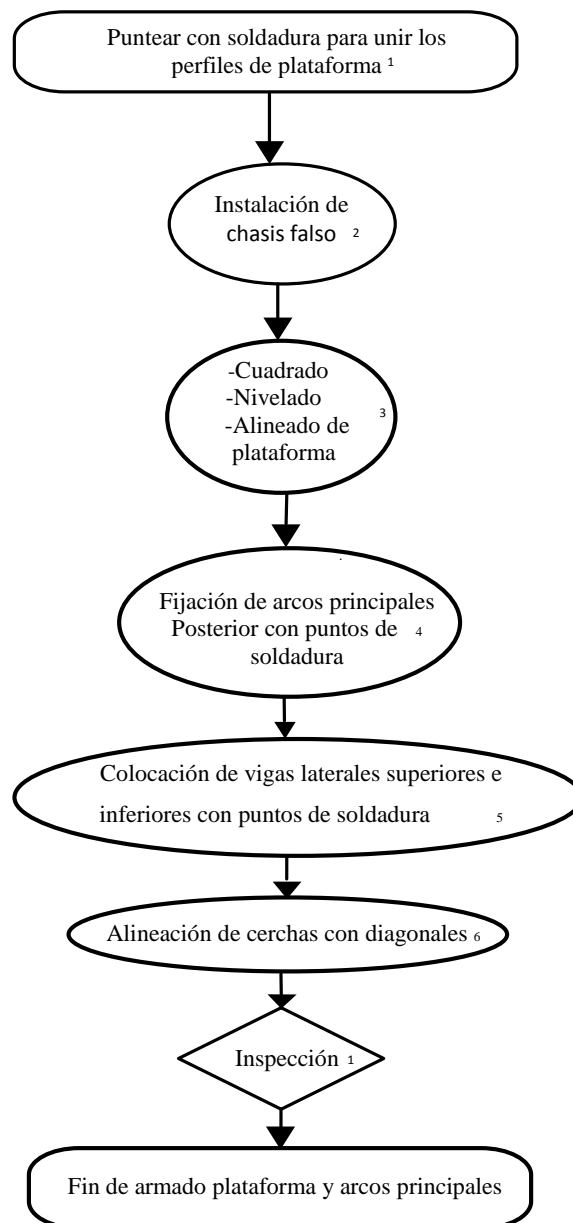


Grafico 1-2: Armado de Plataforma y Arcos Principales y Posterior A

Fuente: Autores

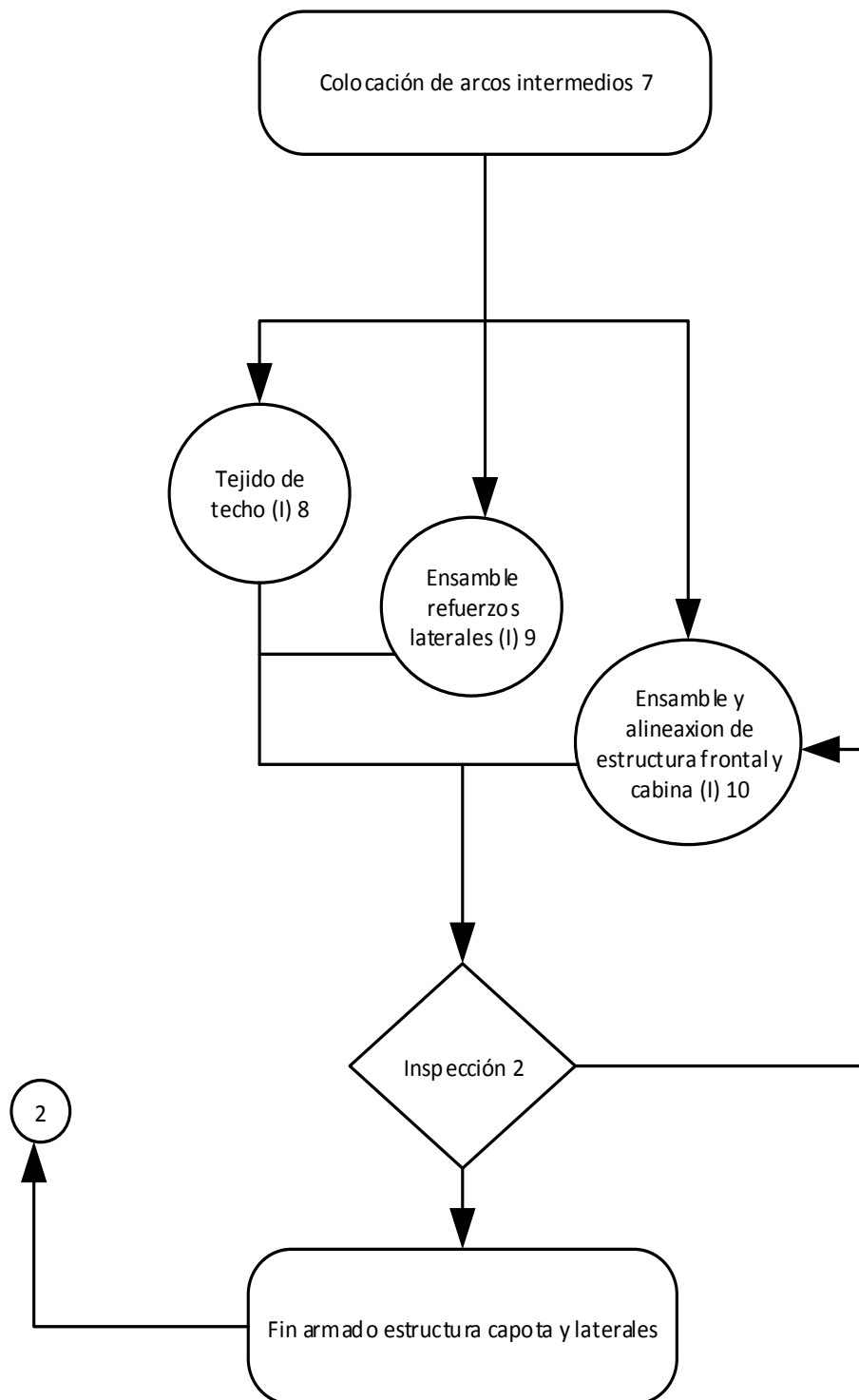


Grafico 2-2: Armado Estructura Capota Laterales B
Fuente: Autores

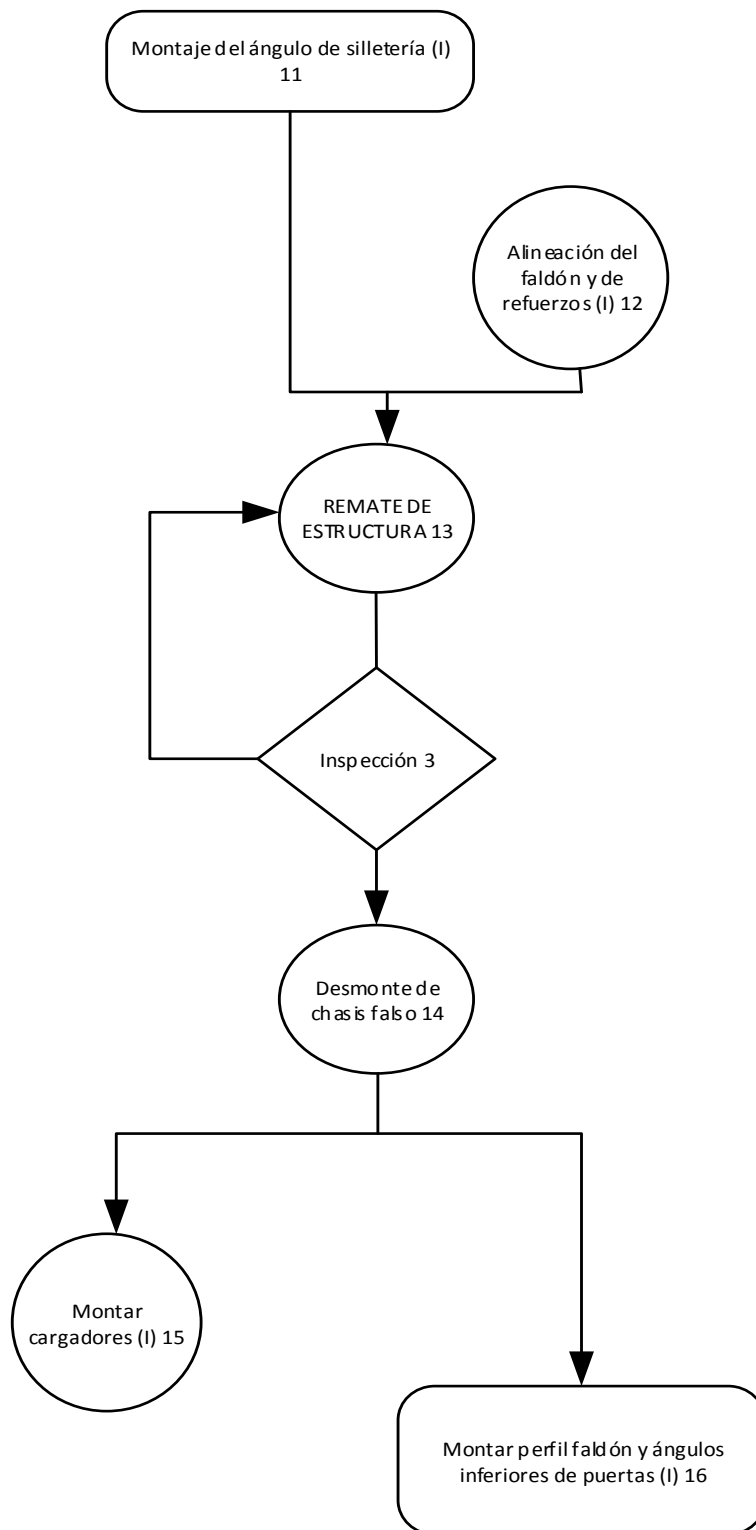


Grafico 3-2: Armado de frente Ángulos y Remate C
Fuente: Autores

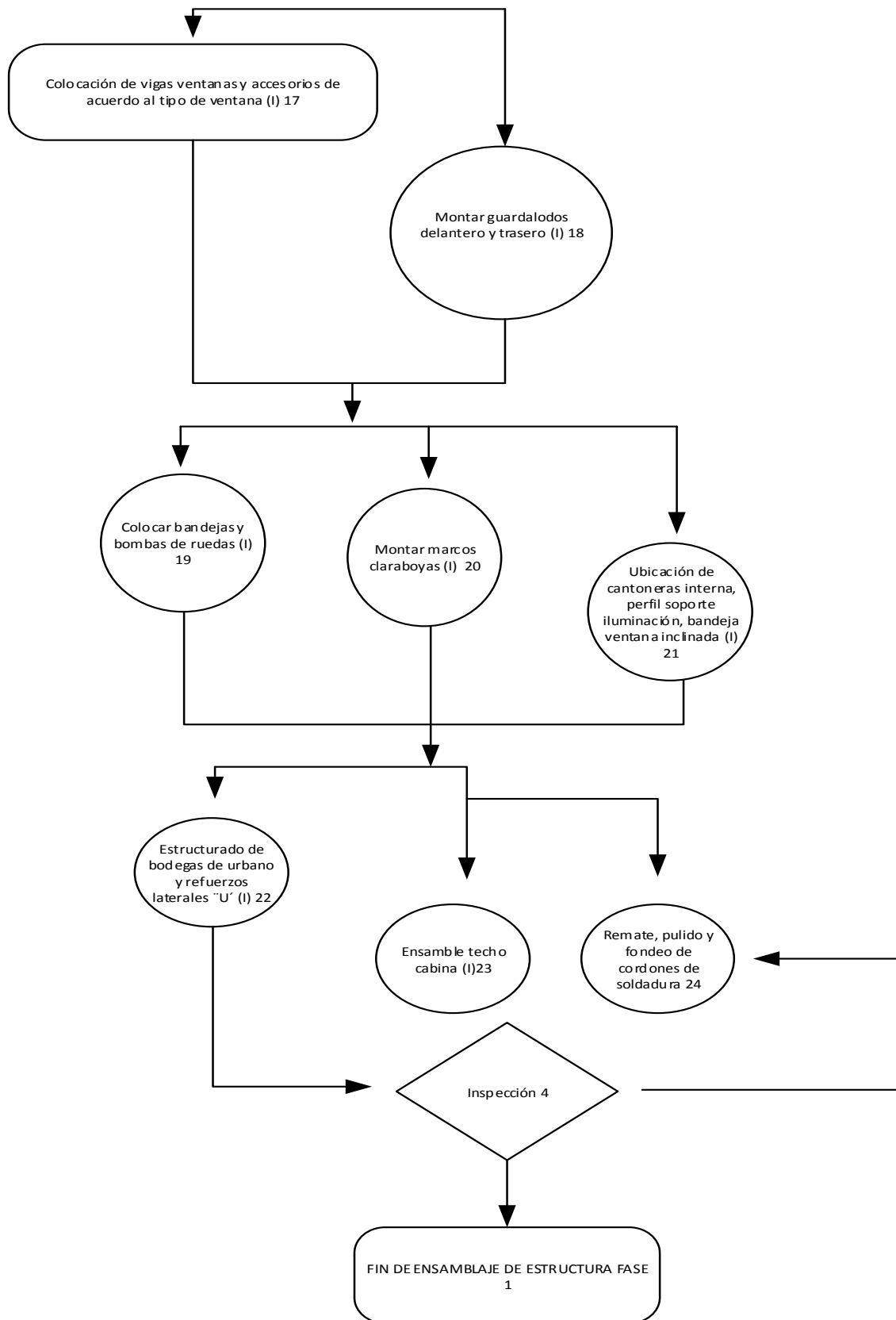


Grafico 4-2: Armados de marcos Claraboyas, bombas, bandejas de rueda, bodegas D
Fuente: Autores

Fase 2: Revestimiento Superior

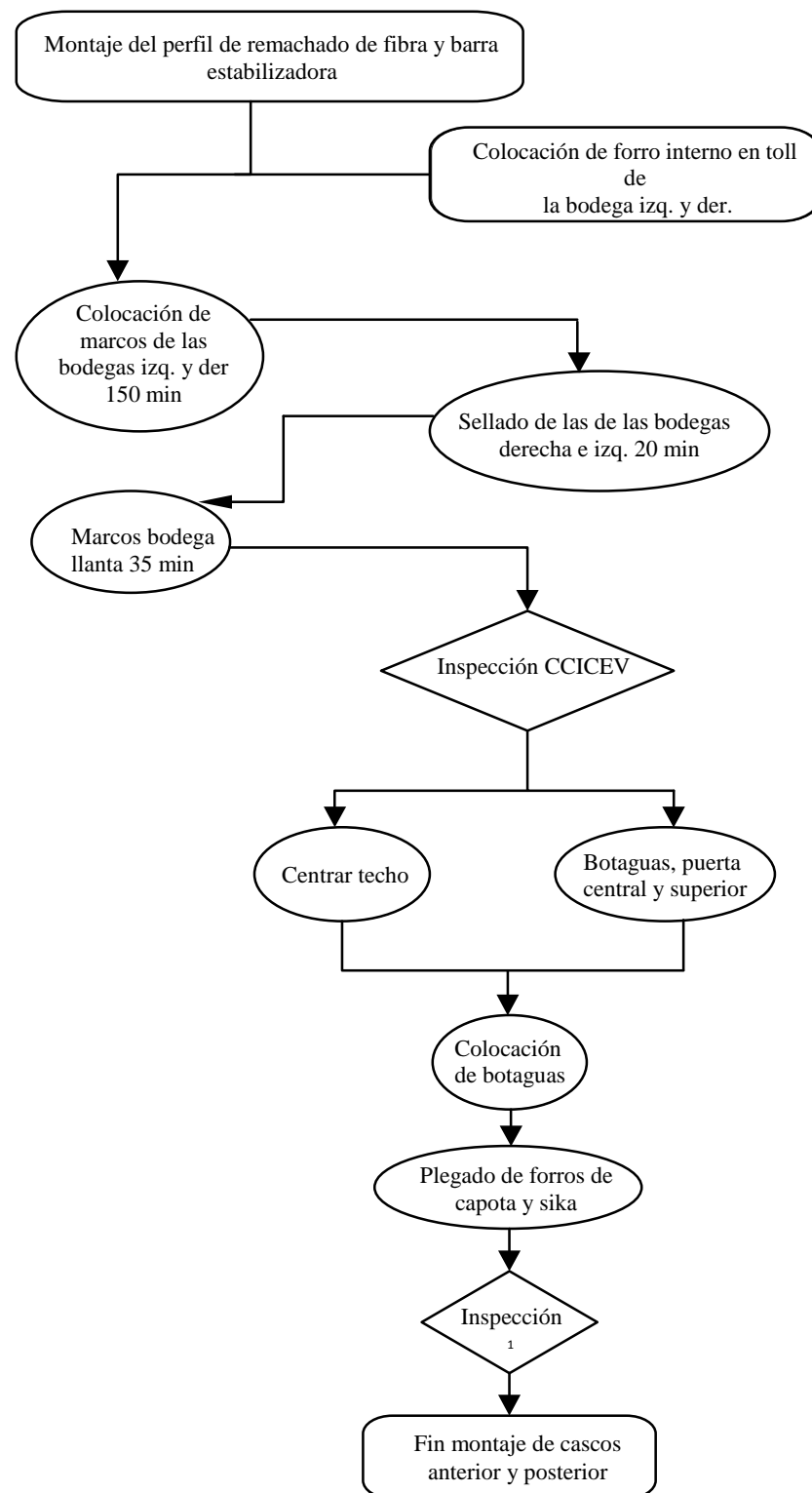


Grafico 5-2: Montaje Capota
Fuente: Autores

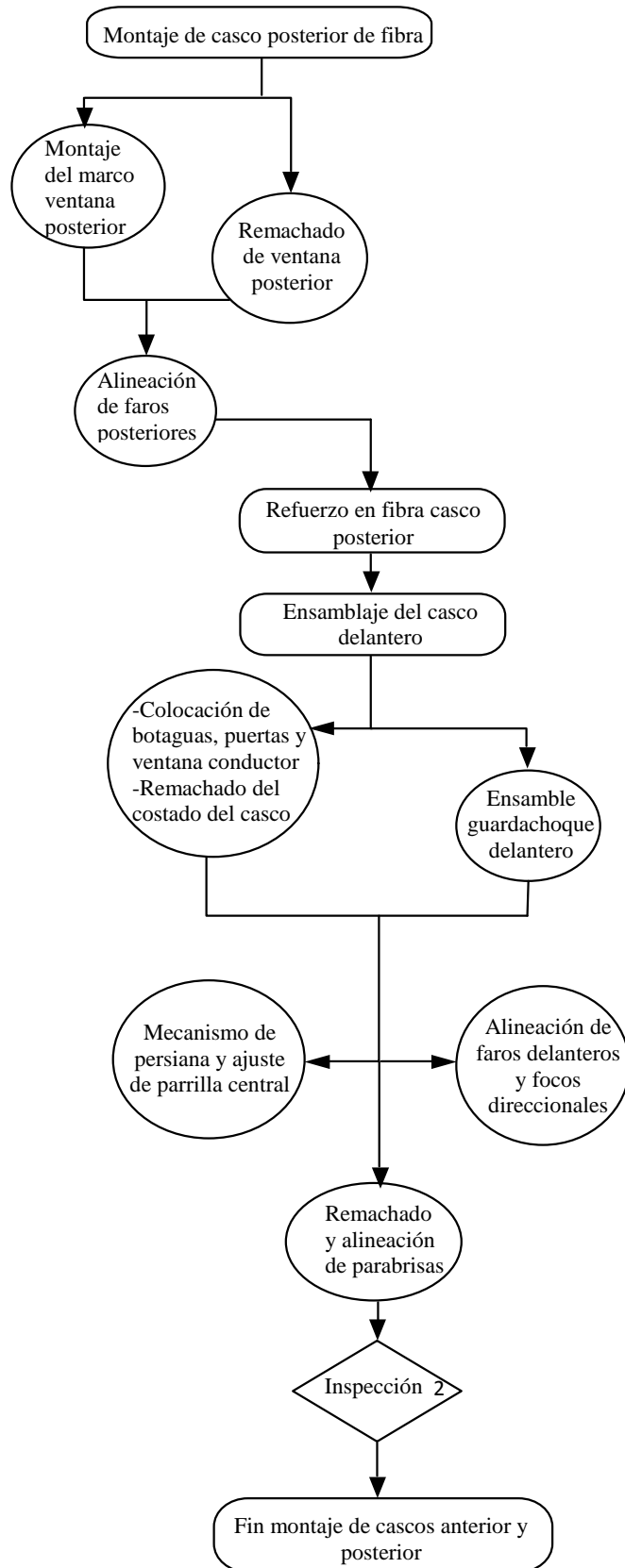


Grafico 6-2: Frente y Posterior
Fuente: Autores

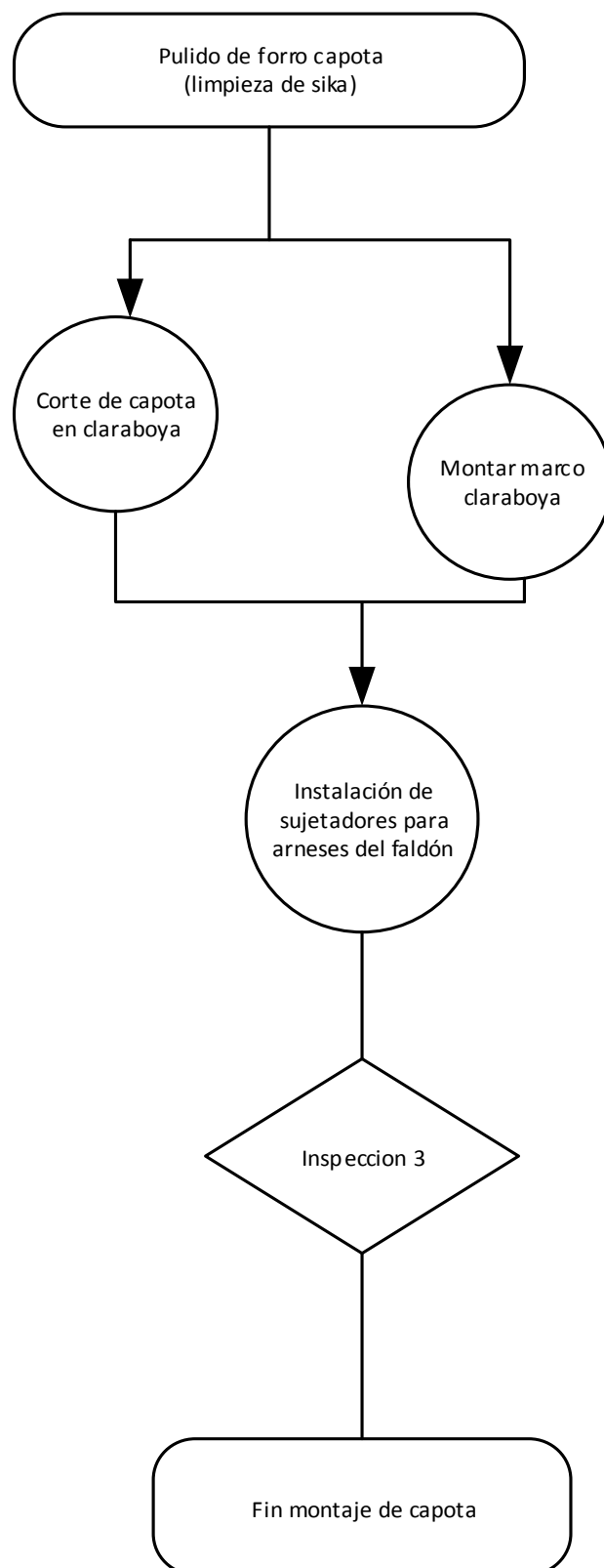


Grafico 7-2: Accesorios Varios
Fuente: Autores

2.7.4. Fase 3 Montaje

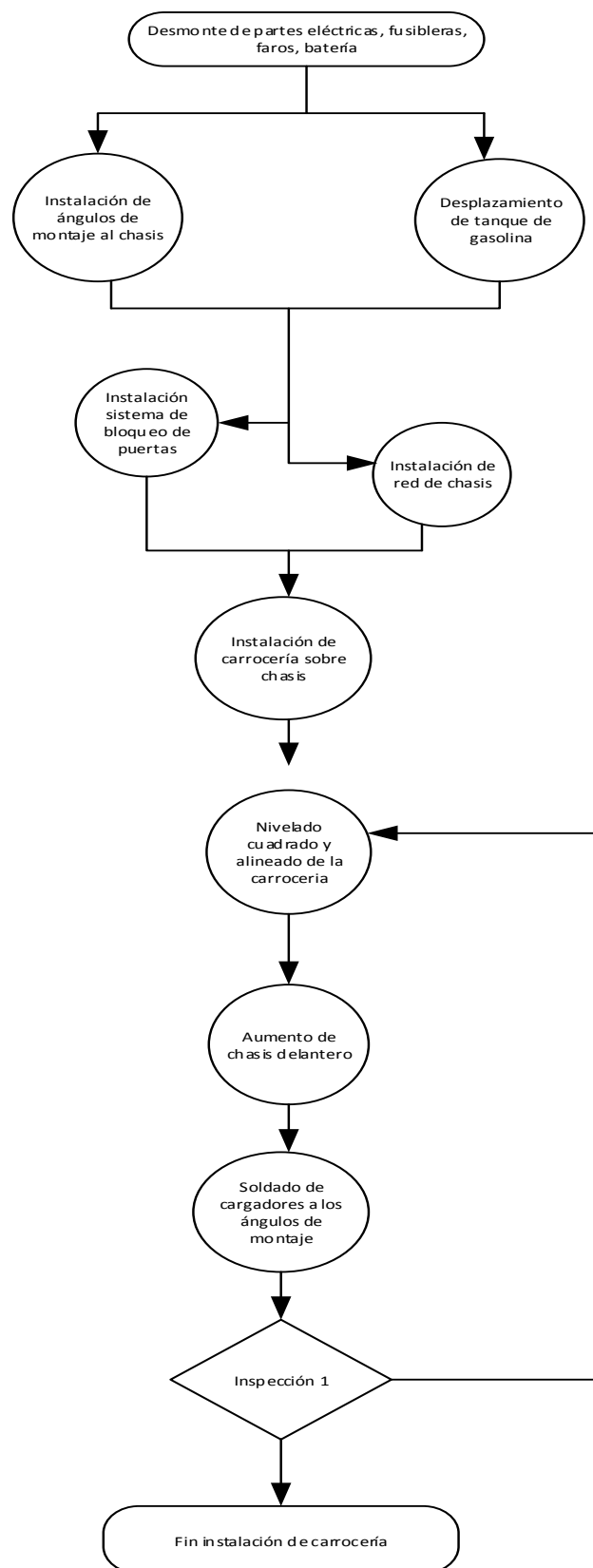


Grafico 8-2: Instalación de chasis
Fuente: Autores

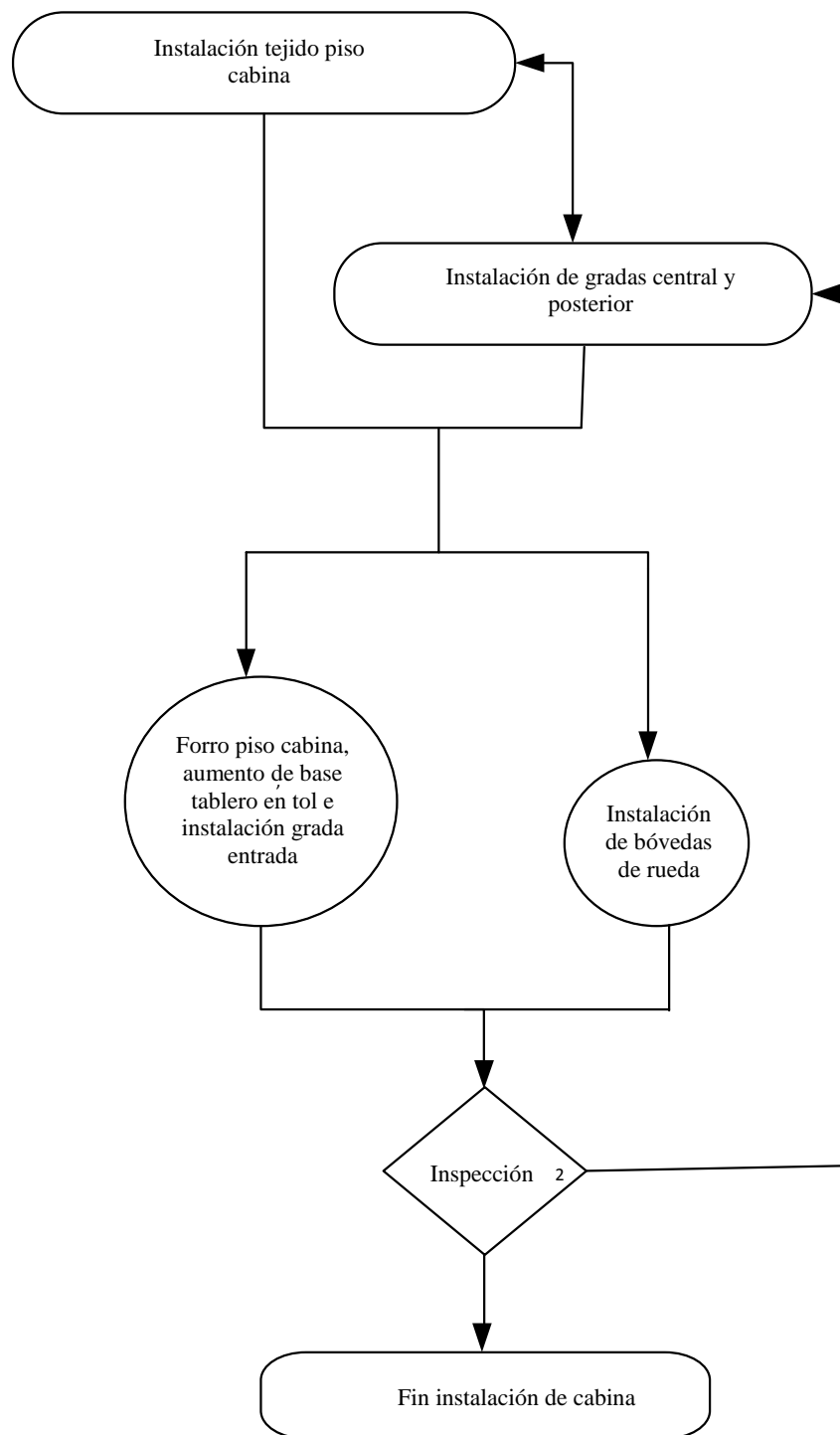


Grafico 9-2: Ensamble Cabina
Fuente: Autores

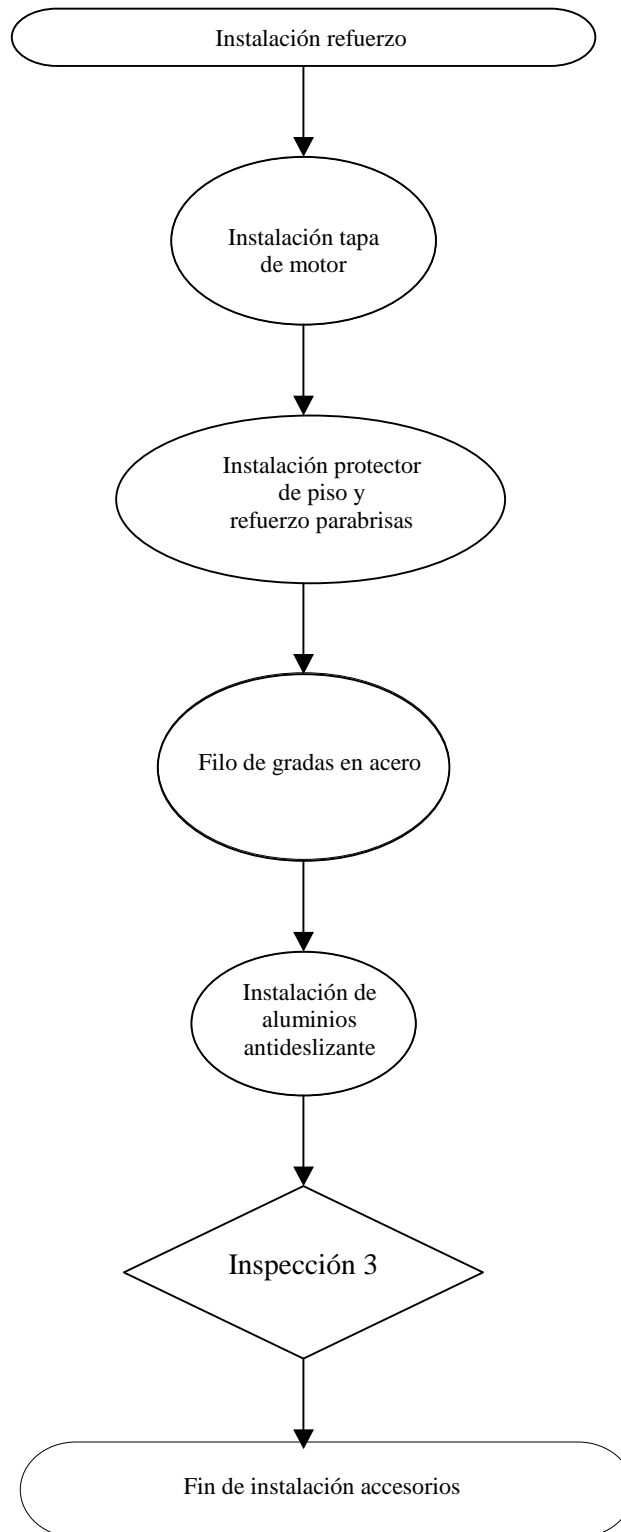


Grafico 10-2: Accesorios
Fuente: Autores

2.7.5. Fase 4: Revestimiento Inferior

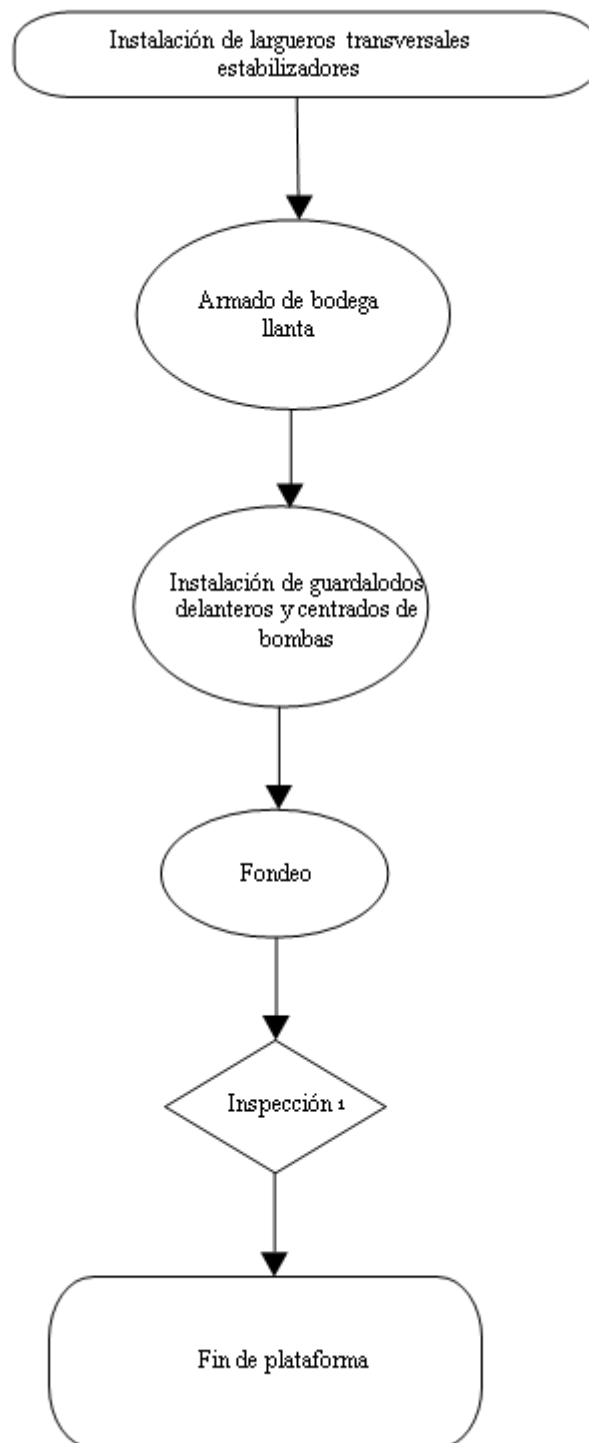


Grafico 11-2: Plataforma

Fuente: Autores

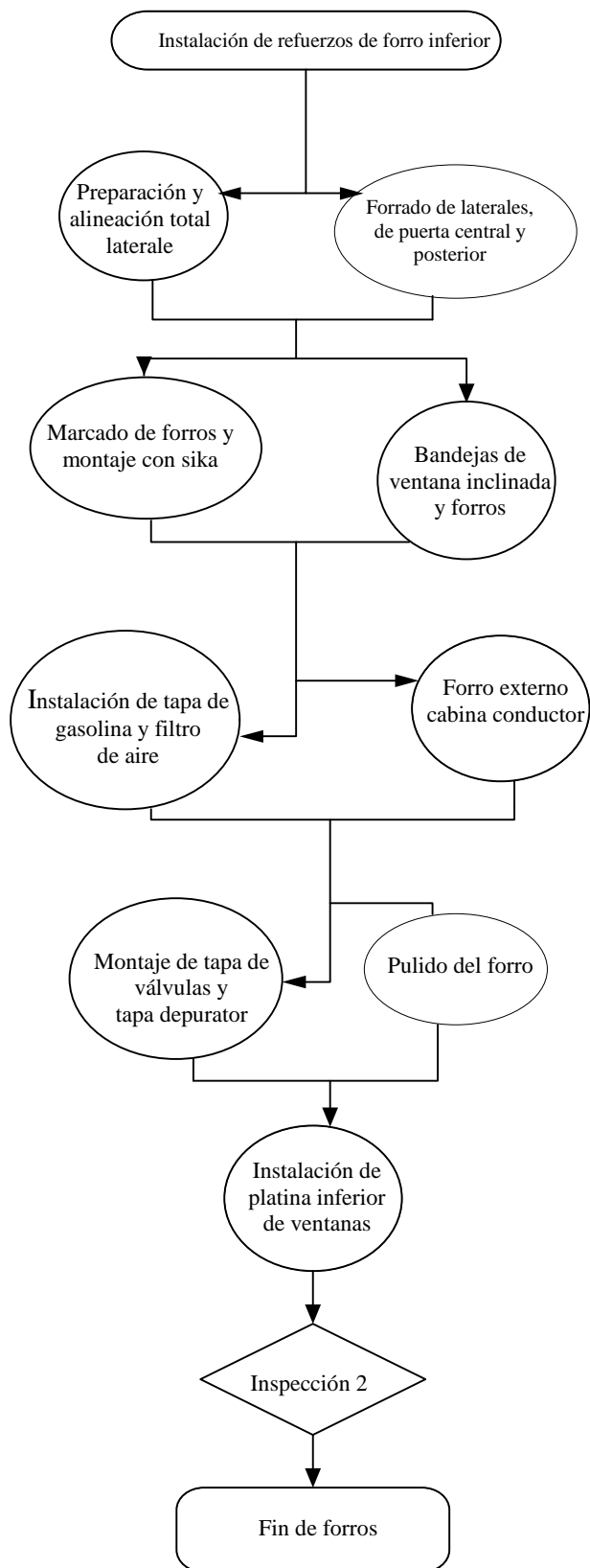


Grafico 12-2: Forros laterales
Fuente: Autores

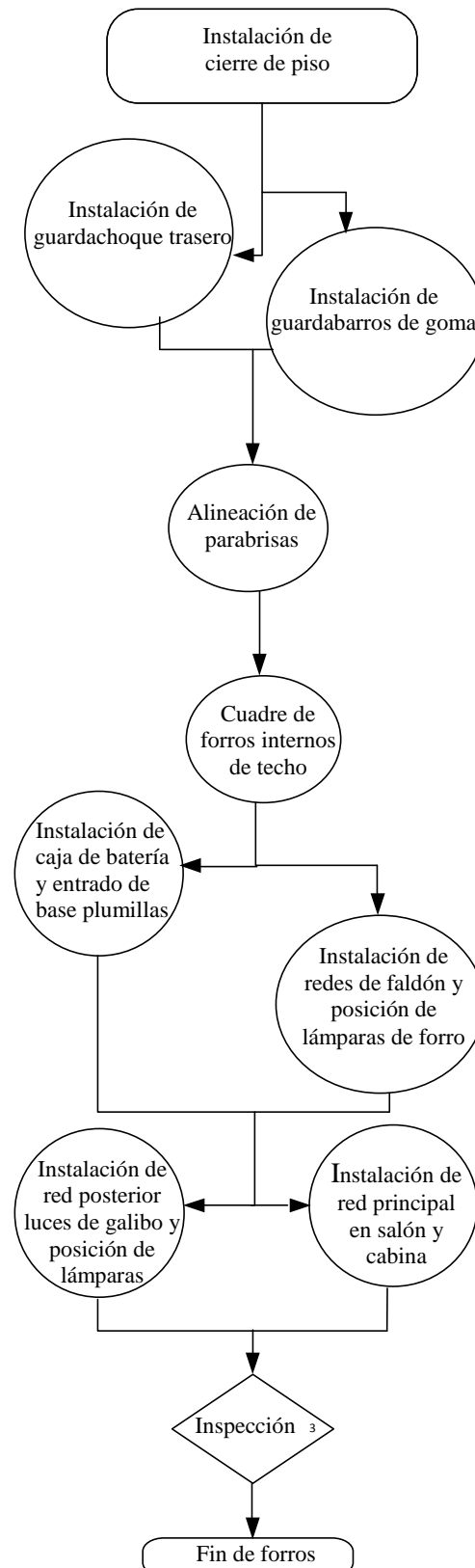


Gráfico 13-2: Accesorios y Electricidad
Fuente: Autores

2.7.6. Fase 5: Pintura

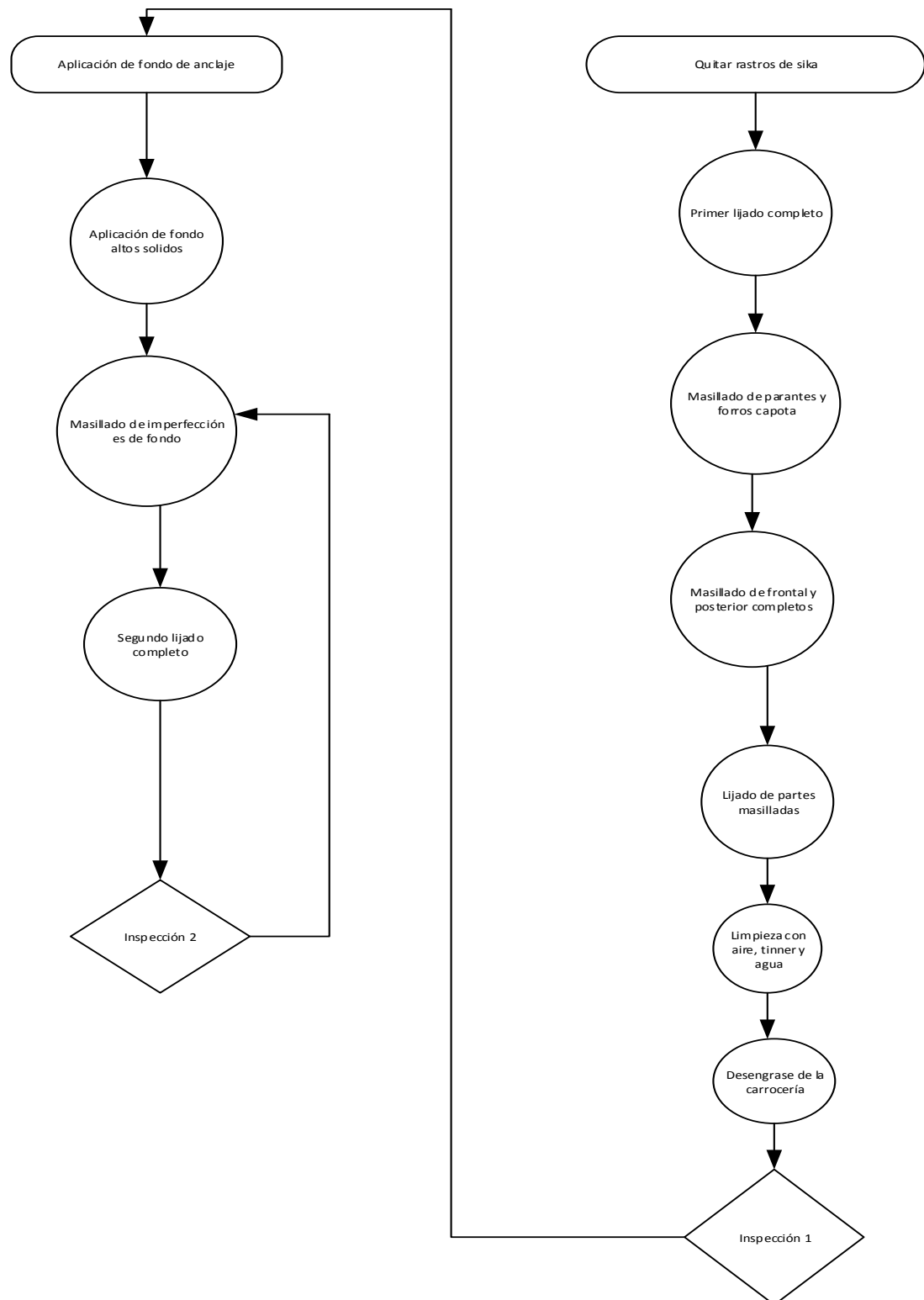


Grafico 14-2: Preparación
Fuente: Autores

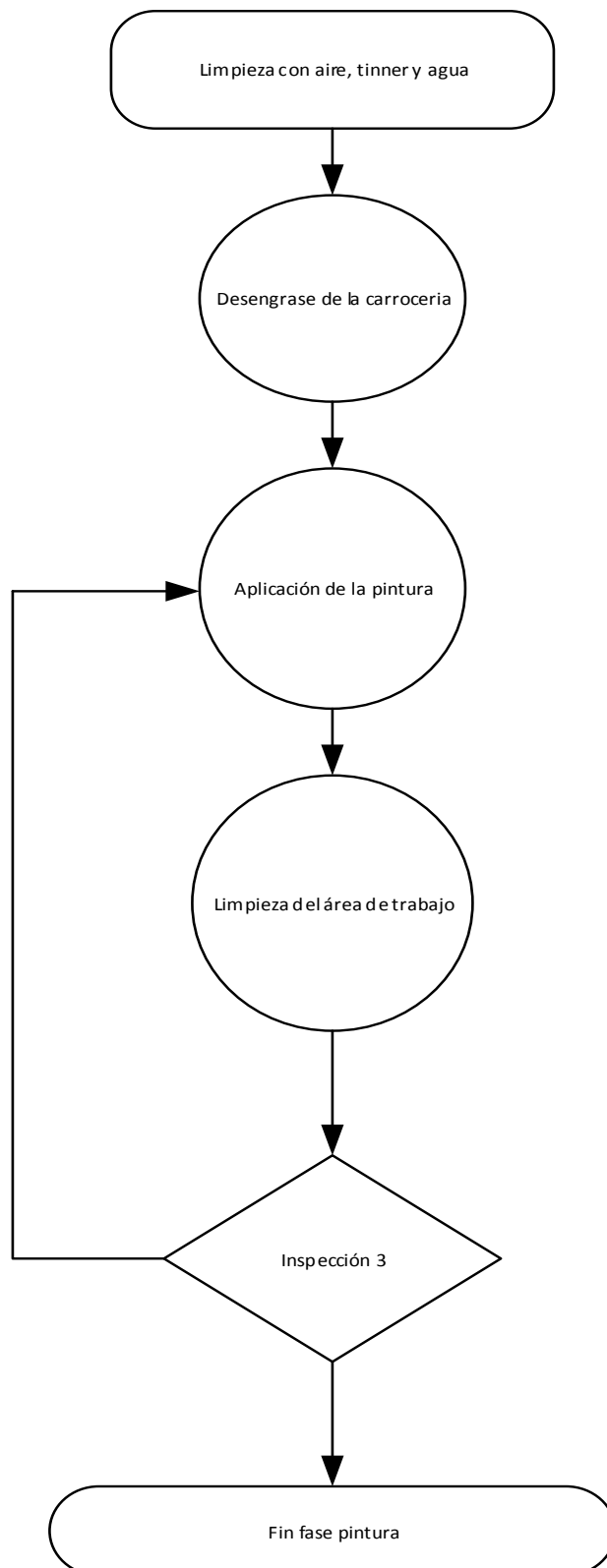


Grafico 15-2: Aplicación

Fuente: Autores

2.7.7. Fase 6: Acabados

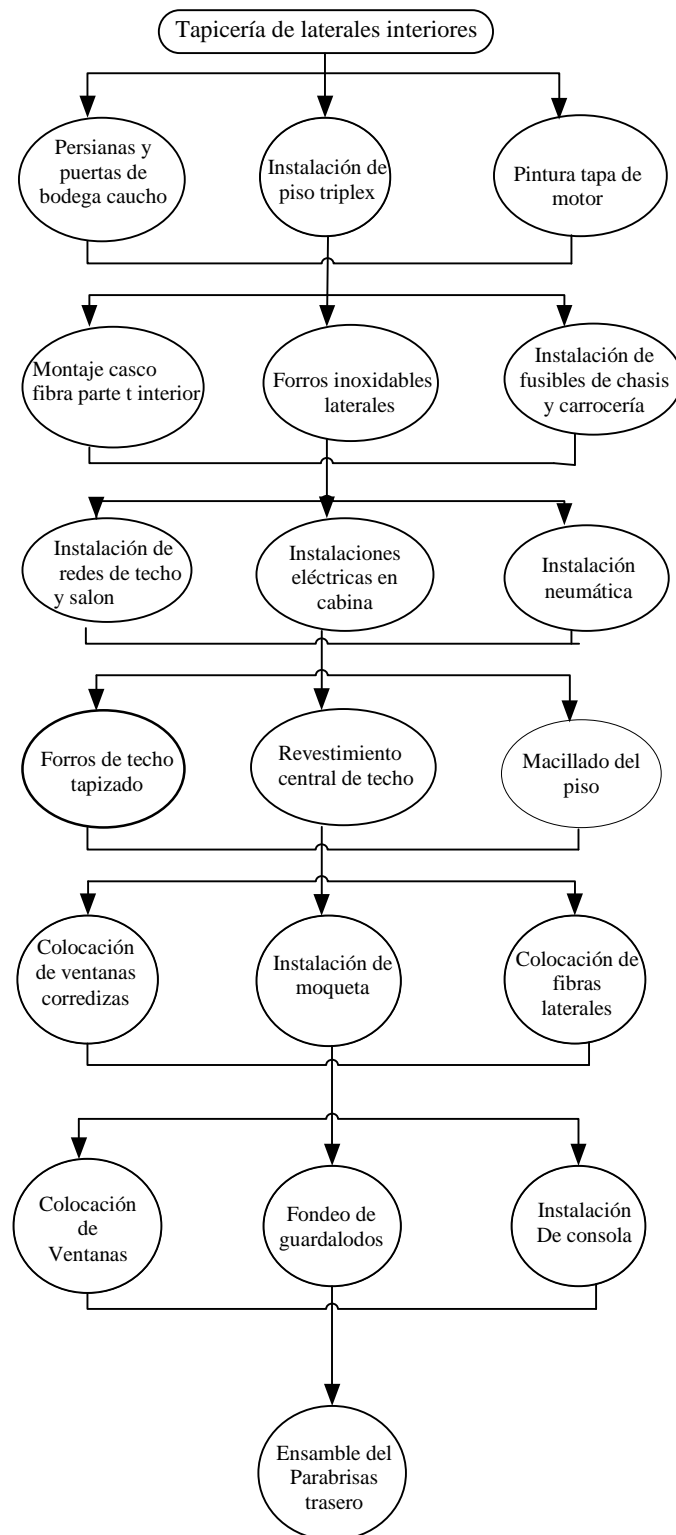


Grafico 16-2: Terminaciones gruesas

Fuente: Autores

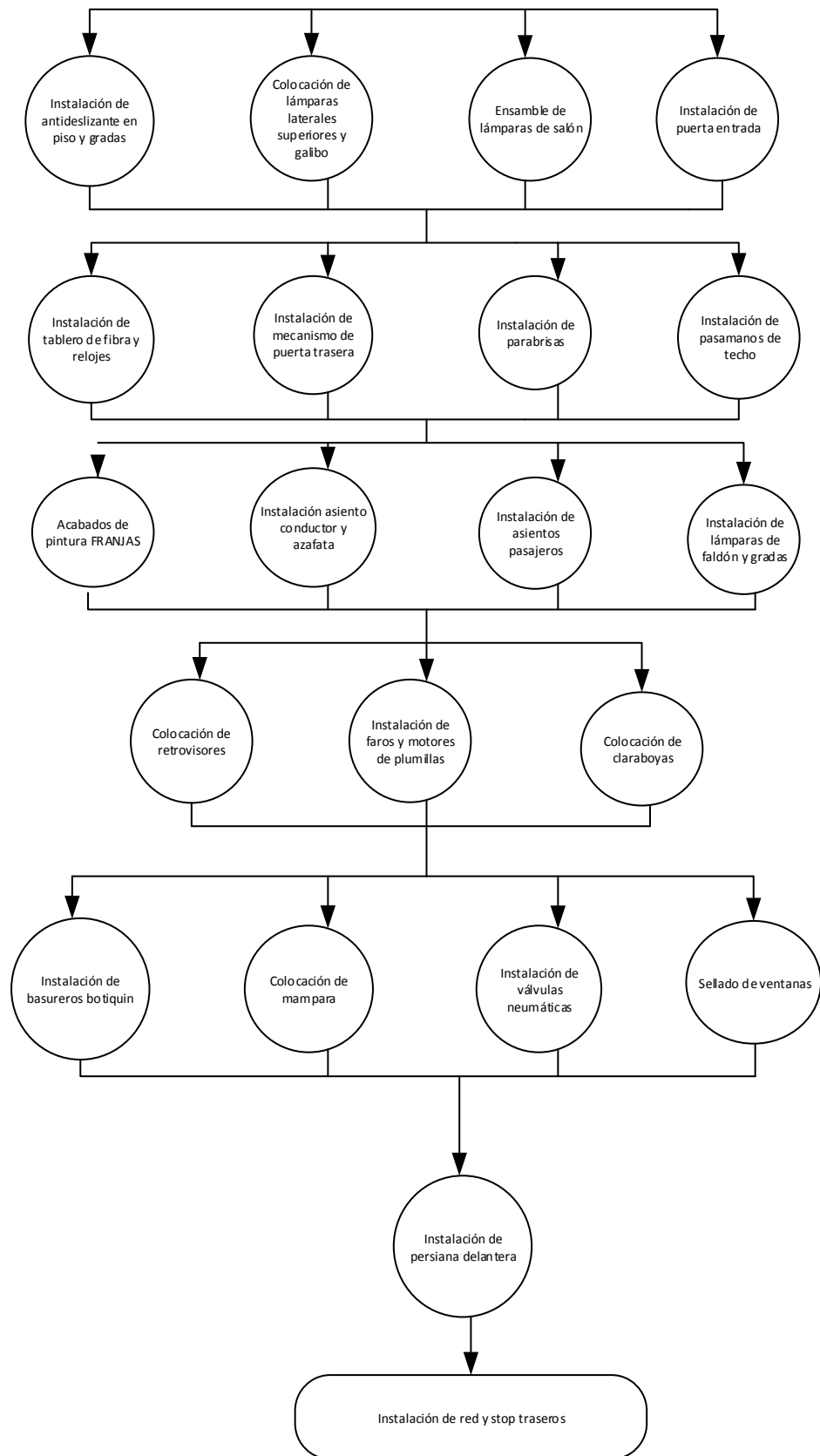


Grafico 17-2: Terminaciones Ligeras
Fuente: Autores

2.7.8. Entrega al cliente

De acuerdo a la información tomada de CARROCERÍAS YAULEMA JR previa a la entrega del producto terminado (bus) los operarios manejan un check list que se rige bajo parámetros de la normativa el cual se va constatando al poner en marcha cada uno de los sistemas.

Posterior a esta revisión la empresa CARROCERÍAS YAULEMA JR realiza una prueba en presencia del propietario y se explica cada uno de los sistemas a la par que se valida nuevamente su funcionalidad, esto con el fin de brindar un servicio de capacitación y manejo de las unidades fabricadas.

2.8. Estanqueidad

La estanqueidad es una característica que está basada en la disponibilidad para no permitir que entren partículas externas hacia el interior de un compartimento, circuito o habitáculo, ya sea agua, aire, polvo, etc. Se trata de una expresión básica dentro de diferentes apartados de la fabricación, reparación mecánica, y cuidado de vehículos (TEROSON, 2019)

2.8.1. Estanqueidad de la cabina o habitáculo

Una vez terminado todos los diferentes procesos de armado y ensamblado del automotor, la cabina o habitáculo debe ser totalmente hermética para evitar el ingreso de agentes externos como el agua o polvo que causarían incomodidad en los ocupantes para lo que se realiza la prueba de estanqueidad de la cabina (TEROSON, 2019)

2.8.2. Problemas de estanqueidad en cabinas

Los principales problemas que se presentan en cabinas, son las que están relacionadas con la filtración de agua hacia el interior de la misma. Esto se debe a dos factores principales en el proceso de construcción. Estos factores son: la calidad de las soldaduras y el ensamblaje y sellado de los diferentes componentes.

2.8.2.1. Puntos críticos donde se pueden presentar filtraciones

- a)** Ventanas y parabrisas
- b)** Puertas
- c)** Bodegas
- d)** Claraboyas

- e) Uniones
- f) Iluminarias
- g) Ensamblaje del techo

2.9. Prueba de Estanqueidad Automotriz en cabinas

Las cabinas de diferentes tipos de autos tales como Automóviles, Trenes, Autobuses, Excavadoras, Palas, Tractores, etc. entre muchos otros, deben ser examinados en tareas de control de calidad o prevención de forma precisa mediante la implementación de la tecnología, esta prueba es a la que se someten todos los autos de serie producidos por cualquier compañía fabricadora, para comprobar la estanqueidad, es decir que no existan filtraciones al interior de la cabina. esta prueba se puede realizar de dos formas. (dominio predictivo, 2017)

2.9.1. Prueba de estanqueidad por lluvia



Figura 8-2: Prueba de estanqueidad por el método de lluvia

Fuente: Mindiamart

Esta prueba simula una lluvia intensa durante mínimo seis minutos, se le solicita a por lo menos un miembro del equipo de manufactura a colocarse dentro del vehículo mientras este pasa por la estación, en el interior inspeccionan visualmente cualquier señal de escurrimiento o fuga dentro del vehículo. Si se localiza una fuga, el sitio es marcado para después pasar a una zona de inspección donde es revisado por un técnico y liberado hacia el siguiente proceso o en su defecto desviado hacia la zona de retrabamos

Aquí el vehículo es sometido mediante boquillas a una lluvia intensa desde todas las partes posibles, la parte superior o techo, los laterales y desde los bajos. Los volúmenes de agua están definidos por las premisas de calidad y está asegurado por unos caudalímetros para cada circuito de rociado. Para garantizar estos caudales se realizan controles y calibraciones de los propios aparatos de medición según un procedimiento de calibración. La distribución de las boquillas, fijas y con ángulos de precisión exactos, su proyección aparenta lluvia muy fuerte desde la

superficie mientras que las ubicadas en los costados y bajos ayudan a comprobar respectivamente, la hermeticidad de los distintos componentes (pilotos posteriores en unión con la carrocería, puertas entre sí, portón y capó y elementos móviles con sus burletes) siendo estos los puntos críticos de posibles filtraciones.

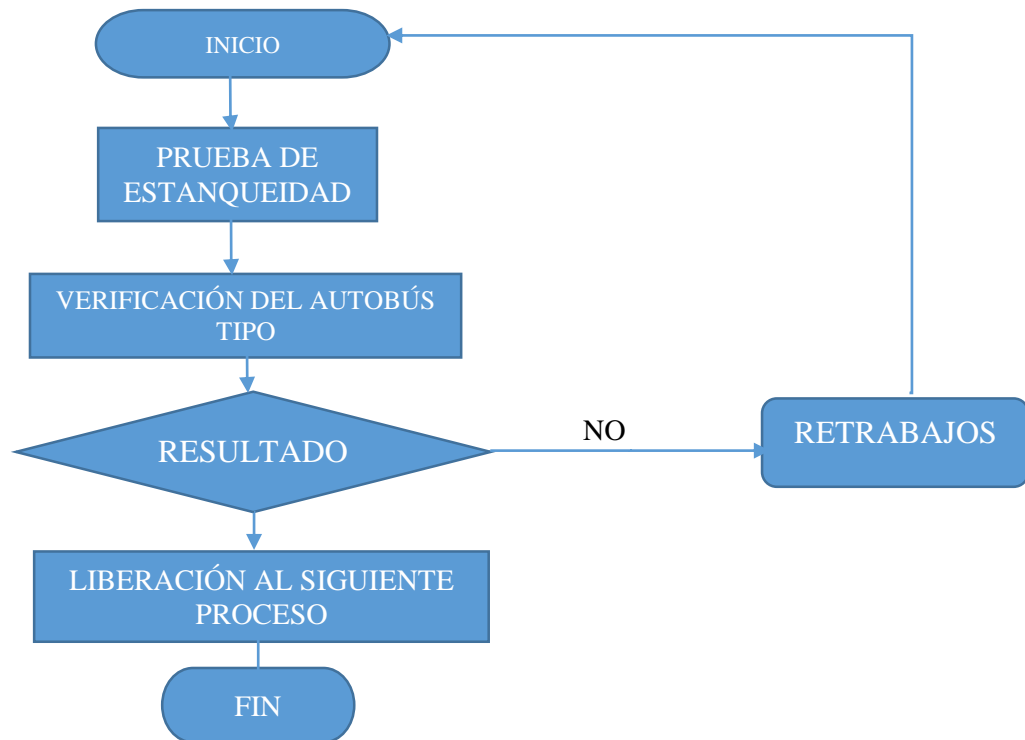


Grafico 18-2: Proceso para la prueba de estanqueidad por lluvia
Fuente: Autor

2.9.2. Prueba de estanquidad por ultrasonido acústico



Figura 9-2: Prueba de estanquidad por ultrasonido
Fuente: Direct Industry

El ultrasonido propagado en aire/estructuras o mejor conocido como ultrasonido acústico, es una tecnología que le permite al usuario detectar frecuencias por encima del umbral de audición

humano. La impedancia acústica, que relaciona la velocidad que la partícula adquiere en el momento de su vibración y la presión a la que está sometida, da la idea de la facilidad que ofrece un determinado medio al paso de ultrasonido a través de él (Garza, 2017)

De acuerdo al autor es habitualmente representada con la letra Z y es igual al producto de la densidad del medio por la velocidad de transmisión del ultrasonido en ese medio. La reflexión se produce al intentar pasar el ultrasonido de un medio a otro con distinto Z . Si los medios tienen impedancias muy distintas, el ultrasonido se reflejará casi en su totalidad.

Para efectos de esta aplicación entendemos que será imposible para un ultrasonido generado en el aire traspasar los objetos sólidos que conforman una cabina (empaques, vidrio, metal, etc.) debido a la diferencia en su impedancia acústica, causando que el ultrasonido sea reflejado en su totalidad. Con esto en mente podemos delinear el procedimiento de prueba, en el que colocaremos un transmisor de ultrasonido dentro de la cabina sujeta a prueba, se cerrará por completo y por el exterior escanearemos todas las áreas potenciales de fuga con un detector de ultrasonido ubicando puntos en que las presencias del ultrasonido generado por el transmisor en el interior se hagan evidentes.

La inspección con ultrasonido acústico es sin ninguna duda más rápida, confiable y segura. El transmisor de Ultrasonido UT2000 es colocado en el tablero del vehículo. En vehículos más grandes es posible que sea necesario agregar un transmisor adicional en la parte trasera de la cabina. Se cierran todas las puertas y ventanas, y se escanean por la parte exterior con el detector UL101 todas las uniones, soldaduras, empaques y sellos. El procedimiento completo en maquinaria pesada toma alrededor de 2 minutos. En un automóvil, SUV o camión, el procedimiento toma alrededor de 5 minutos (Garza, 2017).

2.10. Bombas hidráulicas

Es una máquina hidráulica donde se produce un cambio de momentum angular de un impulso rotativo por la acción de un motor que induce energía mecánica para que se transforme en energía hidráulica (aumento de velocidad y presión del fluido). (Serna, Freddy Corcho Romero - José Ignacio Duque, 2005)

Existen diferentes tipos de bombas de esta categoría, pero para nuestro objetivo estudiaremos las bombas rotodinámicas (centrifugas y periféricas)

2.10.1. Bombas centrifugas

Este tipo de bomba es una máquina generadora que comunica energía al fluido a su paso por uno o varios rodets, rotores o impulsores, incrementando su cantidad de movimiento, pero sin un

cambio apreciable en su densidad. Según la dirección del flujo en el rodete estas bombas pueden clasificarse en centrífugas o radiales, axiales y de flujo mixto. La potencia hidráulica transmitida resulta de la variación de momento cinético que experimenta el fluido al atravesar el rodete de la máquina. (Heras, 2011)

En las bombas centrífugas la energía se comunica al líquido por medio de álabes en movimiento de rotación, a diferencia de las de desplazamiento volumétrico o positivo, rotativas (de engranajes, tornillos, lóbulos, levas, etc. y alternativas de pistón, de vapor de acción directa o mecánicas. Las ventajas principales de las bombas centrífugas son: Caudal constante, presión uniforme, sencillez de construcción, tamaño reducido, bajo mantenimiento y flexibilidad de regulación. Uno de sus pocos inconvenientes es la necesidad de cebado previo al funcionamiento, ya que las bombas centrífugas, al contrario que las de desplazamiento positivo, no son auto aspirantes. (Díez, 2001)

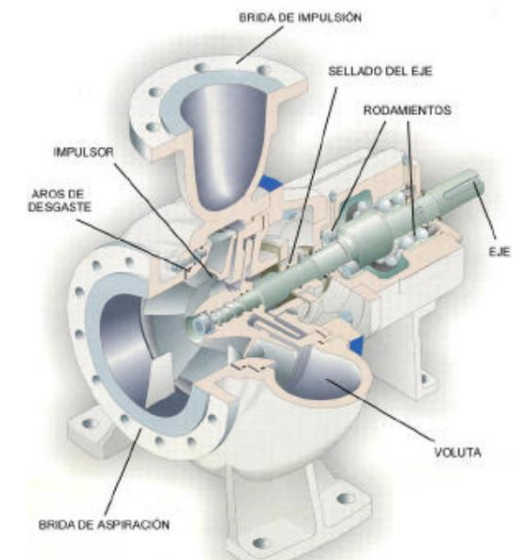


Figura 10-2: Partes de la bomba centrífuga
Fuente: Catalogo de bombas grundfos

2.10.2. Bombas periféricas

Las bombas periféricas son máquinas rotodinámicas capaces de desarrollar, por medio de un único rodete, altas cabezas con caudales bajos. Este tipo de bombas incluyen un diseño compacto y la capacidad de funcionar con un npsH requerido bajo. Las bombas periféricas, así como las bombas centrífugas, son bombas cinéticas. La cabeza se alcanza gracias a la cantidad de movimiento proporcionada por el rodete al fluido, la cual se entrega primero como energía cinética, y se transforma después en energía de presión. A pesar de su baja eficiencia (por lo general menos del 50 %), las bombas periféricas pueden ser más atractivas que las centrífugas en algunas aplicaciones, debido a su bajo costo y alta cabeza. Se utilizan en aplicaciones de riego, en las que las grandes cabezas entregadas son necesarias cuando se recorren grandes distancias y

los bajos caudales no representan un problema. Otra aplicación importante es el bombeo de agua potable en terrenos rurales, en donde la optimización de estas bombas genera un impacto positivo sobre sus costos de operación. (Modelo estadístico para la caracterización y optimización en bombas periféricas, 2018)

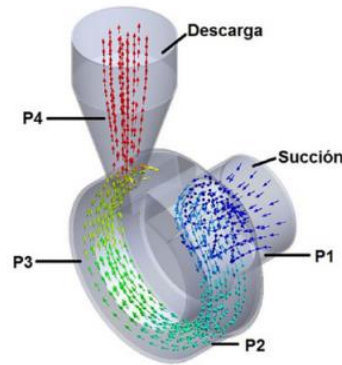


Figura 11-2: Funcionamiento de bomba Periférica
Fuente: Revista Científica Ingeniería y Desarrollo, Vol. 36, No 1 (2018)

2.11. Boquillas de pulverización

El éxito que obtengamos en una temporada de pulverización depende de muchos factores individuales. Algunos de esos factores se pueden controlar, como es el caso de los equipos que se utilizan, pero otros escapan a nuestro control, como sucede con las condiciones meteorológicas. A pesar de que físicamente las boquillas de pulverización son un componente pequeño de la operación, su importancia es vital. La aplicación incorrecta de productos agroquímicos puede ser extremadamente costosa si conduce a tener que realizar una nueva pulverización, cuando disminuye el rendimiento y también cuando surgen problemas legales como resultado de la deriva de productos agroquímicos. Sin embargo, para muchos usuarios las boquillas de pulverización siguen siendo componentes relativamente sencillos, cuando en realidad son todo lo contrario. Existen docenas de tipos de boquillas elaboradas por una diversidad de fabricantes, las que presentan una gran variedad de características diferentes de funcionamiento. Asegurarse de que cuenta con las boquillas de pulverización apropiadas para la aplicación que va a realizar y de que las mismas funcionan correctamente, son dos aspectos que todo usuario debe tener en cuenta para elevar al máximo tanto el funcionamiento de las boquillas como el provecho que obtengamos de las mismas. La selección de las boquillas de pulverización determina: (Systems, 2004 pág. 4)

- La igualdad de la aplicación.
- La cobertura del agua pulverizada en la superficie objetivo.
- La cantidad de deriva potencial.

El uso de una boquilla de pulverización incorrecta puede conducir a una aspersión excesiva o deficiente. Una aplicación excesiva puede constituir en un gasto innecesario de agua; una aplicación insuficiente puede conducir a un bajo caudal y poco rendimiento o a la necesidad de realizar una nueva aspersión.

Un desgaste de tan sólo un 10% es suficiente para que una boquilla de pulverización no garantice la cobertura y el rendimiento esperados.

2.11.1. Patrones de aspersión

Existen muchos tipos de boquillas y de patrones de aspersión a nuestra disposición, y la elección que hagamos dependerá de la operación específica que vayamos a realizar. Los tres tipos fundamentales son:

- De abanico plano
- De cono hueco
- De cono lleno

Abanico plano: La boquilla de pulverización de abanico plano forma un patrón estrecho, elíptico, en forma de “V” invertida (FIGURA 12-2). La deposición es mayor en el centro del patrón y se disipa a medida que se avanza hacia el borde exterior. Se obtiene un patrón uniforme de distribución a lo largo de la barra cuando se optimizan tanto la altura de ésta última como la distancia entre las boquillas con vistas a lograr un traslape apropiado de los patrones de aspersión de las boquillas adyacentes (Systems, 2004). Entre las variaciones del abanico plano se encuentran las siguientes:



Figura 12-2: Patrón de aspersión de abanico plano

Fuente: Cálculo de Spraying Systems

- Abanico plano de extenso espectro logrando una aspersión al voleo. Fabricado para brindar mayores presiones de pulverización (FIGURA 12-2).



Figura 13-2: Patrón de aspersión de abanico plano de amplio espectro

Fuente: Cálculo de Spraying Systems

- Aluvión para pulverización al voleo. Patrón plano granangular que maneja gotas de mayor masa (FIGURA 13-2).

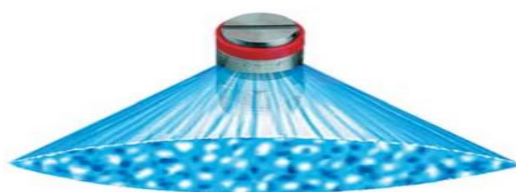


Figura 14-2: Patrón de aspersión de abanico plano granangular

Fuente: Cálculo de Spraying Systems

- Aspersión pareja para pulverización en franjas. Los modelos de pulverización no decreciente brindan una distribución uniforme sin traslape.



Figura 15-2: Patrón de aspersión uniforme

Fuente: Cálculo de Spraying Systems

2.11.2. Geometría de los patrones de aspersión

Las tablas que aparecen a continuación ofrecen información acerca de la cobertura teórica del ángulo de pulverización incluido a diversas alturas de pulverización. Estos valores están basados considerando que el ángulo de pulverización se mantiene constante a lo largo de toda la distancia de pulverización, lo que no ocurre en la práctica (Tabla 1-2). Se debe tener en cuenta en todo momento que la cobertura de pulverización variará según la presión de trabajo, la altura de pulverización y la distancia entre las boquillas. Para lograr una cobertura uniforme, siga las recomendaciones del fabricante. En la (Tabla 2-2) se pueden encontrar sugerencias sobre alturas mínimas de pulverización. Estas alturas están basadas en el traslape mínimo requerido para

obtener una distribución uniforme. En muchos casos, los ajustes típicos de la altura se basan en una proporción de 1:1 entre la distancia entre las boquillas y la altura. Por ejemplo, las boquillas de pulverización planas de 110° situadas a 209 (50 cm.) unas de otras, generalmente se fijan 20 (50 cm.) por encima del objetivo. Los ángulos de pulverización más frecuentemente utilizados para diversos tipos de boquillas se relacionan a continuación y en la (Tabla 2-2), que aparece a la izquierda. (Systems, 2004)



Figura 16-2: Patrón de aspersión, cono hueco

Fuente: Cálculo de Spraying Systems



Figura 17-2: Patrón de aspersión, cono lleno

Fuente: Autores

Tabla 1-2: Alturas mínimas de Pulverización sugeridas

Angulo de pulverización incluido	Cobertura teórica a diversas alturas de pulverización (en centímetros)							
	20 cm	30 cm	40 cm	50 cm	60 cm	70 cm	80 cm	90 cm
15°	5.3	7.9	10.5	13.2	15.8	18.4	21.1	23.7
20°	7.1	10.6	14.1	17.6	21.2	24.7	28.2	31.7
25°	8.9	13.3	17.7	22.2	26.6	31.0	35.5	39.9
30°	10.7	16.1	21.4	26.8	32.2	37.5	42.9	48.2
35°	12.6	18.9	25.2	31.5	37.8	44.1	50.5	56.8
40°	14.6	21.8	29.1	36.4	43.7	51.0	58.2	65.5
45°	16.6	24.9	33.1	41.4	49.7	58.0	66.3	74.6
50°	18.7	28.0	37.3	46.6	56.0	65.3	74.6	83.9
55°	20.8	31.2	41.7	52.1	62.5	72.9	83.3	93.7
60°	23.1	34.6	46.2	57.7	69.3	80.8	92.4	104
65°	25.5	38.2	51.0	63.7	76.5	89.2	102	115
73°	29.6	44.4	59.2	74.0	88.8	104	118	133
80°	33.6	50.4	67.1	83.9	101	118	134	151
85°	36.7	55.0	73.3	91.6	110	128	147	165
90°	40.0	60.0	80.0	100	120	140	160	180
95°	43.7	65.5	87.3	109	131	153	175	196
100°	47.7	71.5	95.3	119	143	167	191	215
110°	57.1	85.7	114	143	171	200	229	257
120°	69.3	104.0	139	173	208	243		
130°	85.8	129	172	215	257			
140°	110	165	220	275				
150°	149	224	299					

Fuente: Cálculo de Spraying Systems

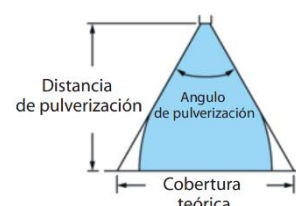


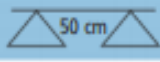
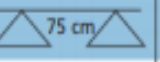
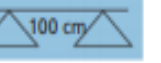


Tabla 2-2: Altura minia de pulverización sugerida

			
			
65°	75	100	NR*
80°	60	80	NR*
110°	40	60	NR*
120°	40	60	75
120°	40	60	75

Fuente: Cálculo de Spraying Systems

2.12. Tuberías para redes de distribución de agua

Lo principal a tener en cuenta cuando hablamos de tuberías para el transporte de agua es que existen:

Tuberías primarias:

- Tubería que llega a la estación de riego
- Tubería que llega al inicio de los módulos de riego
- Tubería que sigue la ruta crítica del sistema de riego

Tuberías secundarias:

- Tubería que parte de la tubería primaria y llega los submódulos de riego
- Tubería que parte de los módulos de riego (controlados por los reguladores de caudal) y llega a los sub módulos de riego (controlados por los reguladores de presión).

Los sistemas para distribución o transporte de agua han tenido un gran desarrollo en el mercado debido a que son de uso esencial en los distintos tipos de industrias, por lo que han adoptado nuevas tecnologías y composiciones. En la actualidad existen 3 principales clases de tuberías para el transporte de agua en una red de distribución que estudiaremos a continuación.

2.12.1. Tuberías de PVC



Figura 18- 2: Tubería de PVC

Fuente: Plastigama

El PVC es un material que está compuesta por resina sintética más compleja, difícil de formular y procesar, pues requiere de un número importante de ingredientes y un balance adecuado de estos para poder transformarlo al producto final deseado. La resina de PVC está compuesta por 43% de petróleo y 57% de sal común. Del refinado del petróleo se obtiene una sustancia gaseosa, el etileno, una de las bases para la fabricación del PVC. Mediante la polimerización del monómero VCM en reactores, en condiciones adecuadas de presión y temperatura, se obtiene el polímero Poli cloruro de vinilo (PVC). (Estacio Natividad, J. M., & Meléndez Rodríguez, P. M., 2017)

2.12.1.1. Características

- Rango de temperatura de trabajo -15°C $+60^{\circ}\text{C}$.
- Resistencia, rigidez y dureza mecánicas elevadas.
- Buen aislante eléctrico.
- Elevada resistencia a sustancias químicas.
- Autoextensible.
- Impermeable a gases y líquidos.
- Mínima absorción de agua.
- Resistente a la acción de hongos, bacterias, insectos y roedores.
- Fácil de pegar y soldar Resistente a la intemperie (sol, lluvia, viento y aire marino).
- Resistente al fuego.

2.12.2. Tubería de acero galvanizado



Figura 19-2: Tubería Galvanizada
Fuente: Insumex

Este tipo de elemento está fabricado inicialmente de acero, tal y como pasa con el resto de productos similares del mercado, la diferencia que existe es que el tubo galvanizado se cubre con un material de zinc con la finalidad de que sea mucho más resistente a la corrosión. Donde más podemos encontrar este tipo de elementos es en los hogares y edificios, donde se utiliza para transportar el agua.

Esta utilización es posible porque, al estar recubierto con una capa de zinc, no se depositarán minerales en su superficie y jamás se podrá obstruir, ayudando así a conseguir un flujo constante en la tubería de agua de nuestros hogares.

Algunas de las características que destacan de los tubos galvanizados son: fuerza, firmeza, gran durabilidad, habilidad para resistir cambios extremos de temperatura, resistencia a la presión y a los elementos destructivos, se pueden utilizar en cualquier industria, su forma puede variar según su utilización. De esta forma, podemos ver cómo estas características se convierten en grandes ventajas que hacen que cada vez se utilice más en todas las industrias del mercado actual.

Si nos centramos en la fabricación de este tipo de elementos, veremos que existen tres métodos principales para su fabricación: acero estirado o sin costura, con costura longitudinal y con soldadura helicoidal. La primera es la forma más común de fabricar este tipo de elementos, y por lo tanto en la que más se comercializa en todo el mundo. La segunda, aunque resistente, supone la parte más débil de la tubería y marca la tensión máxima admisible. Finalmente, la tercera forma de fabricar el tubo galvanizado realiza una soldadura no recta, sino que recorre la tubería siguiéndola como si fuese una rosca. Todas las opciones son correctas siempre y cuando satisfagan las necesidades del cliente. (Carlos, 2018)

2.12.3. Tubería de acero inoxidable

Las tuberías de inoxidable se utilizan para la distribución de agua caliente y fría, agua potable, aire comprimido, gases inertes (Argón, Nitrógeno, Dióxido de Carbono, Óxido Nitroso, Ozono etc.), servicios generales (vacío, refrigeración, agua de proceso, calefacción), agua para aspersores contra incendios y en general para la construcción. (Santibáñez, 2011)



Figura 20-2: Tubería de acero inoxidable
Fuente: Inox

2.12.3.1. Ventajas

- Resistencia a la corrosión: La ausencia de corrosión en las paredes internas de la tubería permite que las características iniciales del flujo del sistema no sean afectadas, por lo que no se requiere un flujo mayor o bombas de mayor potencia, además, en el caso del agua, favorece a la conservación de su pureza.
- Buena resistencia mecánica y ductilidad: La combinación de resistencia mecánica que permite paredes delgadas y ductilidad posibilita el uso de métodos de unión para la tubería más económicos.
- Ligereza: El inoxidable no requiere ningún recubrimiento adicional; esto ofrece mayor ligereza y facilidad en la fabricación de componentes respecto a los materiales tradicionales. La ligereza se logra, además, por tener la misma resistencia mecánica con calibres más delgados.
- Facilidad de instalación: Esta ventaja es el resultado de la ligereza que caracterizan al inoxidable y que permite que las operaciones de instalación requieran de menos esfuerzo en el transporte, manejo e instalación.

- Reciclable 100%: Las tuberías mantienen su valor al final del ciclo de vida de la instalación, por lo que pueden reutilizarse en otras instalaciones o fundirse para obtener nuevamente acero inoxidable.
- Relación costo-beneficio favorable: La inversión inicial del inoxidable es ligeramente más elevada que la del acero al carbono galvanizado, por ejemplo. Sin embargo, el beneficio económico real estriba en que el inoxidable no necesita reparaciones costosas después de 15 años, además de que no necesita revestimiento en sitio después de la instalación.

CAPÍTULO III

3. DISEÑO Y ANALISIS

En la actualidad no existe en Ecuador una norma técnica que indique bajo qué parámetros se debe construir el sistema para la prueba de estanqueidad en las carrocerías, por lo que nos basaremos en la norma colombiana NTC 3729 que establece:

El vehículo debe superar una prueba de impermeabilidad consistente en la proyección de agua pulverizada por un chorro de 7 mm de diámetro durante 2 min y una distancia de 4 m con una apertura mínima de 30°. Tras realizar el ensayo no se debe encontrar señales de agua ni en el interior de los compartimentos

3.1. Selección de alternativa para el diseño

Para seleccionar el sistema que usaremos para comprobar la estanqueidad de las carrocerías debemos tomar en cuenta parámetros como:

- Espacio logístico: Se debe realizar el diseño en base a el lugar establecido para la ubicación del sistema, debido al espacio disponible en la planta hay que realizar un diseño en el que las unidades no tengan problemas para desplazarse de un lugar a otro
- Costo del sistema: debe ser accesible para la compañía sin que se vea afectada la calidad y funcionamiento del sistema, aprovechando la mano de obra de la misma empresa para la construcción
- Fácil operación: el sistema debe tener un fácil manejo para que los diferentes operarios puedan tener una capacitación en el menor tiempo posible y no se requiera de un alto grado de aprendizaje
- Beneficios para la empresa: El sistema debe ser lo más provechoso posible cumpliendo con su principal función y en lo posible ayudar en otras
- Disposición de materiales: Los materiales y componentes deben ser fáciles de conseguir en el mercado local de tal forma que nos ahorre tiempo en la construcción y en un futuro mantenimiento.
- Fiabilidad del sistema: El sistema debe prestar las mayores garantías de comprobación brindando confiabilidad en cada prueba.

3.1.1. Selección del sistema para prueba de estanqueidad

Tomando en cuenta los parametros anteriores se usara el sistema de prueba de lluvia o tambien conocido como Rain Test ya que este es mas conveniente y ofrece una mejor fiabilidad y prestaciones para la empresa.

3.2. Diseño estructural del sistema

3.2.1. Dimensionamiento de la estructura

Para dimensionar la estructura debemos basarnos en las medidas de la unidad con mayor tamaño realizada por la empresa como se muestra en la figura 1-3 tomando en cuenta que la diferencia entre modelos no es tan considerable y que se debe agregar una distancia entre la cabina y el bus basada en el Angulo de trabajo de los aspersores

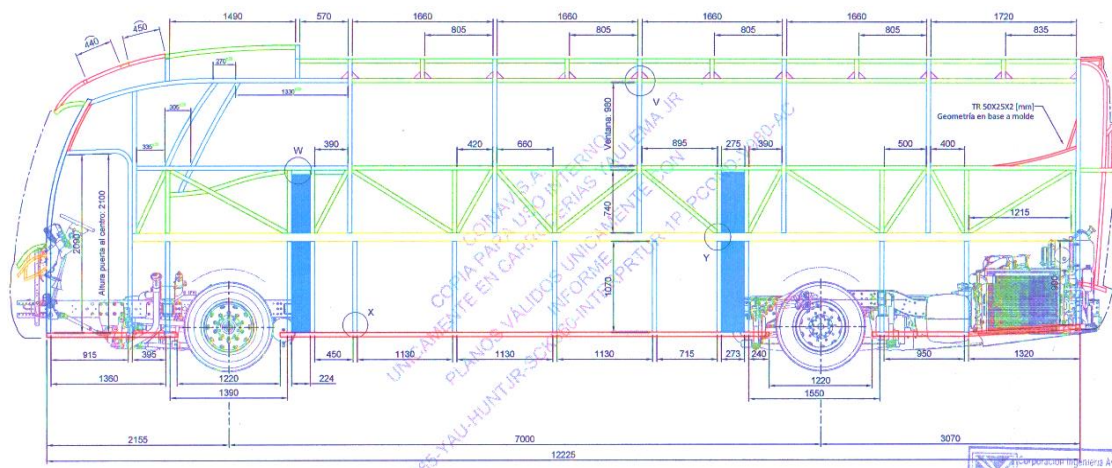


Figura 21-3: Dimensión lateral

Fuente: Carrocerías Yaulema Jr

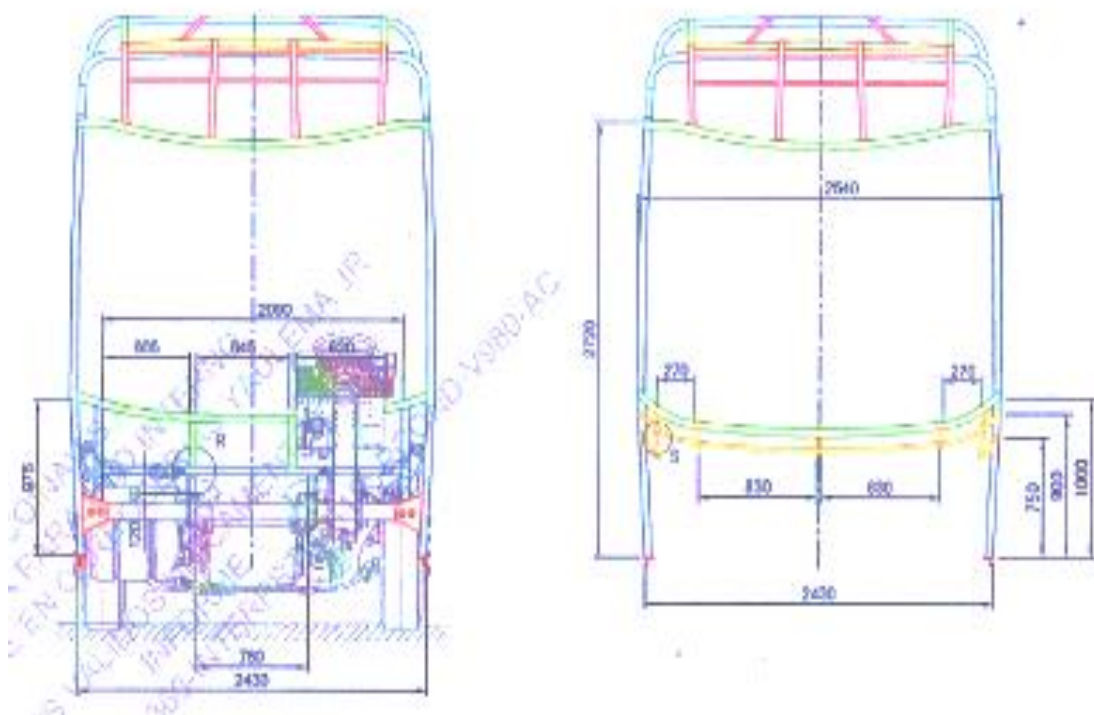


Figura 22-3: Dimensión frontal de la carrocería

Fuente: Carrocerías Yaulema Jr.

Según las medidas de este tipo de unidad móvil se establecieron las dimensiones de la estructura de la cabina que se observan en la Tabla 1-3.

Tabla 1-3: Dimensiones del bus

Dimensiones	Medida (mm)
Alto	4420
Ancho	4600
Largo	15000

Fuente: Autor

Con la ayuda de el programa de diseño asisatido por computadora SOLIDWORK se realiza el modelado de la estructura en acero A500 teniendo en cuenta un diseño que nos permita un ahorro de material estructural, sin comprometer la funcionalidad del sistema figura (3-3).

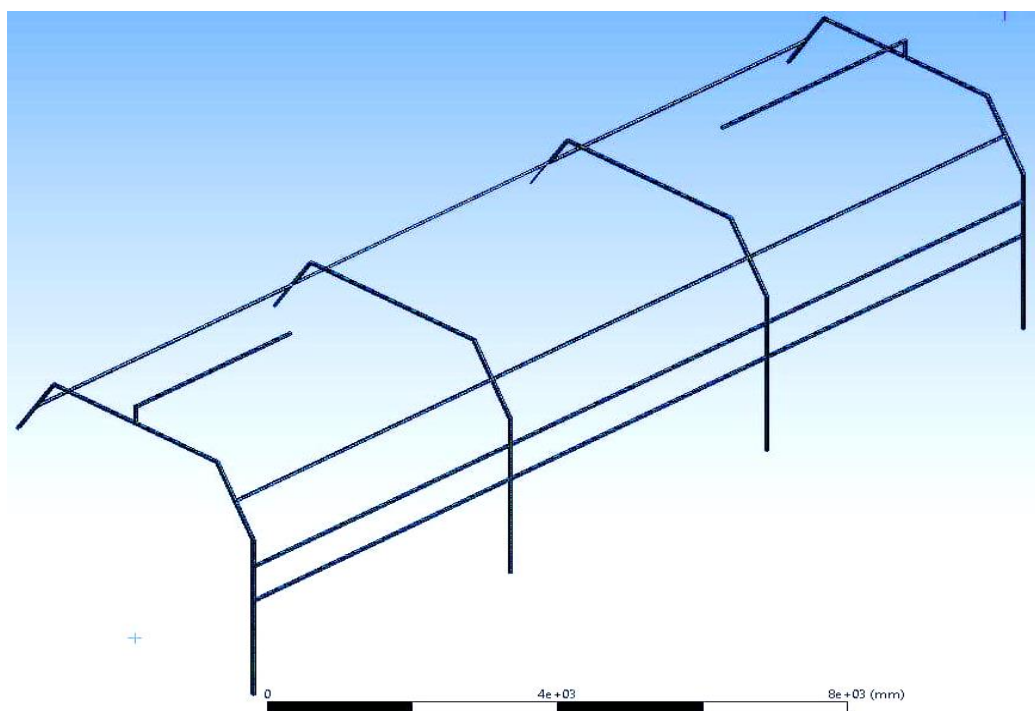


Figura 23-3: Estructura metálica
Fuente: Autores

Luego se realiza un análisis de esfuerzo bajo cargas estáticas y su comportamiento debido a todos sus componentes para asegurarnos de que la estructura no se pande o llegue al fallo, como se muestra en la figura (4-3).

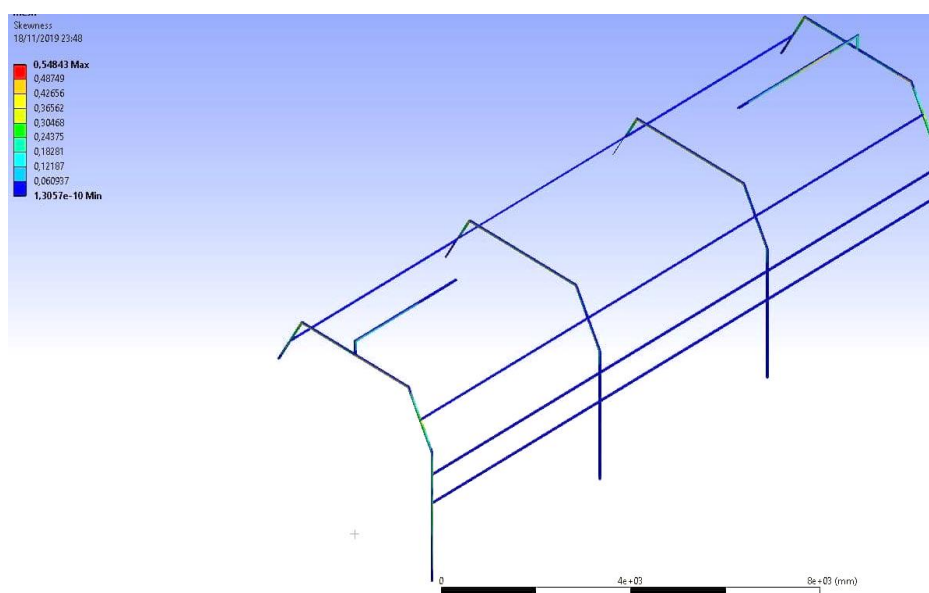


Figura 24-3: Análisis de esfuerzos
Fuente: Autores

3.2.2. Protección anticorrosiva de la estructura

Teniendo en cuenta que el material estructural es el acero A500, y que la estructura estará en contacto con el agua, se la debe proteger mediante un recubrimiento o un aislante que proteja el sistema de la corrosión y evitando que esto pueda suceder.

Hay muchas variantes de recubrimiento para este material, puede ser mediante un galvanizado por inmersión o por electrodeposición y el proceso consiste en realizar un recubrimiento de zinc fundido en la superficie del acero.

Existe otro tipo de recubrimiento para el acero y es mediante la aplicación de una capa pintura electrostática la cual es una mezcla homogénea de diferentes compuestos como: resinas sintéticas, endurecedores, aditivos y cargas que se aplican sobre la superficie del material como se puede visualizar en la siguiente figura.

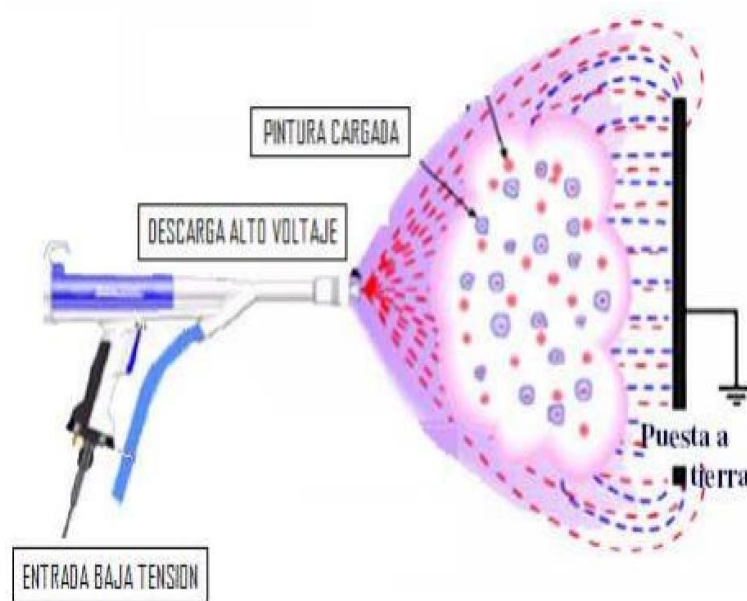


Figura 25-3: Pintura anticorrosiva
Fuente: Pinturas ES

Analizando todos los parametros y costos de cada proceso se determina que la opcion que mas beneficios presta, es la pintura electrostatica debido a que la empresa cuenta con el matterial necesario y el personal capacitado para realizar este proceso brindando las garantias necesarias en calidad y proteccion.

3.3. Diseño del sistema hidráulico

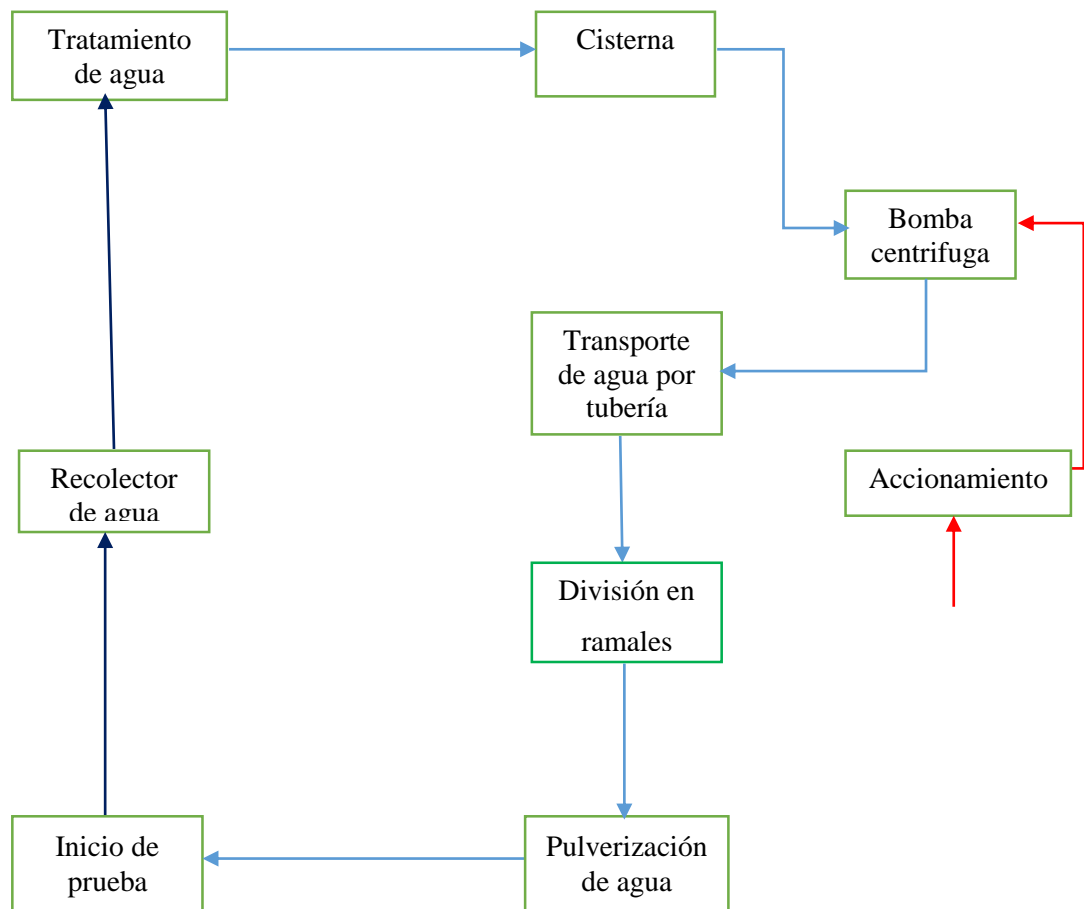


Grafico 1-3: Esquema del sistema hidráulico

Fuente: autores

3.3.1. Selección de boquillas de Aspersión

Tomando en cuenta la norma NTC 3729 que indica que la prueba debe realizarse mediante un chorro de agua pulverizada de 3 mm de diámetro durante 2 min y una distancia de máximo 1 m con una apertura mínima de 30°, procedemos a buscar en el mercado boquillas de aspersión que cumplan esas características.

La empresa InduServices que es proveedor de este tipo de boquillas ofrece un catálogo con información técnica de las mismas

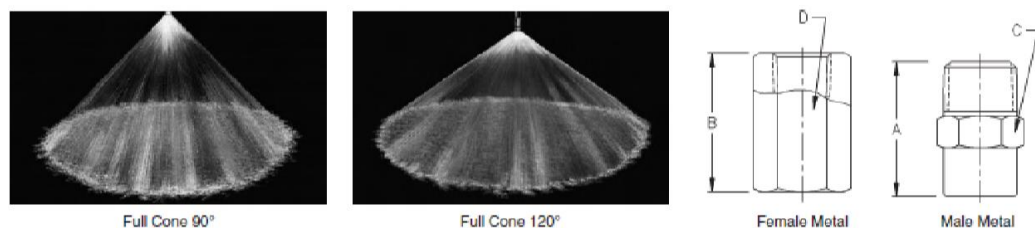


Figura 26-3: Tipos de boquillas

Fuente: Acodinsa

Tabla 2-3: Dimensiones de aspersores

Nozzle Inlet Conn.	Capacity Size	Nozzle Type		Material code			Rated Orifice Dia. (mm)	Max. Hole Dia. (mm)	Capacity (L/min)										Spray angle		
		ed/ed	flsion	BRASS	SS	316SS			0.2 bar	1 bar	1.5 bar	2 bar	3 bar	4 bar	5 bar	6 bar	7 bar	10 bar	0.5 bar	1.5 bar	6 bar
1/8	1	●	●	●	●	●	0.79	0.64		0.44	0.54	0.62	0.74	0.85	0.94	1.0	1.1	1.3		58°	53°
	1.5	●	●	●	●	●	1.2	0.64	0.49	0.69	0.81	0.93	1.1	1.3	1.4	1.5	1.7	1.9	52°	65°	59°
	2	●	●	●	●	●	1.2	1.0	0.65	0.92	1.1	1.2	1.5	1.7	1.9	2.0	2.2	2.6	43°	50°	46°
	3	●	●	●	●	●	1.5	1.0	0.98	1.4	1.6	1.9	2.2	2.5	2.8	3.1	3.3	3.9	52°	65°	59°
	3.5	●	●	●	●	●	1.6	1.3	1.1	1.6	1.9	2.2	2.6	3.0	3.3	3.6	3.9	4.5	43°	50°	46°
	3.9	●	●	●	●	●	2.0	1.0	1.3	1.8	2.1	2.4	2.9	3.3	3.7	4.0	4.3	5.1	77°	84°	79°
	5	●	●	●	●	●	2.0	1.3	1.6	2.3	2.7	3.1	3.7	4.2	4.7	5.1	5.5	6.5	52°	65°	59°
1/4	6.1	●	●	●	●	●	2.3	1.3	2.0	2.8	3.3	3.8	4.5	5.2	5.7	6.2	6.7	7.9	69°	74°	68°
	6.5	●	●	●	●	●	2.38	1.6	2.1	3.0	3.5	4.0	4.8	5.5	6.1	6.7	7.1	8.4	45°	50°	46°
	10	●	●	●	●	●	3.18	1.6	3.3	4.7	5.4	6.2	7.4	8.5	9.4	10.2	11.0	13.0	58°	67°	61°
3/8	12.5	●	●	●	●	●	3.2	1.6	4.1	5.8	6.8	7.7	9.3	10.6	11.8	12.8	13.7	16.2	69°	74°	68°
	9.5	●	●	●	●	●	2.6	2.4	3.1	4.4	5.1	5.9	7.1	8.1	8.9	9.7	10.4	12.3	45°	50°	46°
	15	●	●	●	●	●	3.6	2.4	4.9	6.9	8.1	9.3	11.2	12.7	14.1	15.4	16.5	19.4	64°	67°	61°
	20	●	●	●	●	●	4.0	2.8	6.5	9.2	10.8	12.4	14.9	17.0	18.8	20	22	26	76°	80°	73°
1/2	22	●	●	●	●	●	4.5	2.8	7.2	10.2	11.9	13.6	16.4	18.7	21	23	24	28	87°	90°	82°
	16	●	●	●	●	●	3.5	3.2	5.2	7.4	8.7	9.9	11.9	13.6	15.1	16.4	17.6	21	48°	50°	46°
	25	●	●	●	●	●	4.6	3.2	8.2	11.6	13.5	15.4	18.6	21	24	26	27	32	64°	67°	61°
	32	●	●	●	●	●	5.2	3.6	10.4	14.7	17.3	19.8	24	27	30	33	35	41	72°	75°	68°
	40	●	●	●	●	●	6.2	3.6	13.1	18.5	22	25	30	34	38	41	44	52	88°	91°	83°
	50	●	●	●	●	●	6.7	4.0	16.3	23.1	27	31	37	42	47	51	55	65	91°	94°	86°

Fuente: Catalogo InduServices

Como podemos ver, el modelo de boquilla que se apega a los parámetros técnicos y que tiene un caudal preciso para el sistema, es la boquilla de ¼ con un orificio de 3.2 mm de diámetro y es la que usaremos. Este tipo de boquilla también pueden ser solicitadas en ángulos de 30°, 60°, 90° y 120°. El fabricante de estas boquillas indicó que para una distancia de aproximadamente 1 m entre la boquilla y la superficie que será impactada, la presión para las boquillas de 30° es de 20 Psi, mientras que para el ángulo de 60° la presión es de 40 psi y para los ángulos de 90° y 120° según pruebas y la experiencia en este tipo de productos no aconseja este tipo de ángulo a la distancia de 1 m. Esto último puesto que se trata de agua pulverizada puede que no alcance a impactar la superficie de la carrocería en la posición horizontal.

3.3.1.1. Distribución y cálculo de boquillas

Para la distribución de las boquillas en todo el sistema realizaremos la proyección del chorro sobre la superficie usando la boquilla de 30° y de 60° para saber el área que cubre cada aspersor y cual nos conviene utilizar

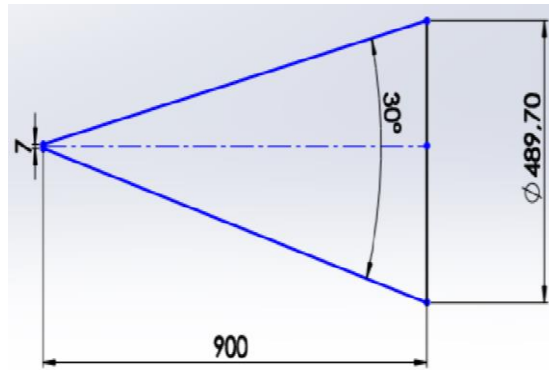


Grafico 2-3: Proyección de chorro mediante boquilla de 30°
Fuente: Autores

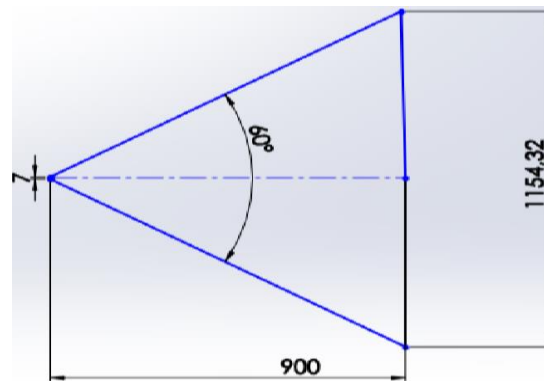


Grafico 3-3: Proyección de chorro mediante boquilla de 60°
Fuente: Autores

Como podemos observar la boquilla con un Angulo de 60 grados nos cubre una mayor área, por lo que reducirá el número de las mismas a utilizarse.

Una vez que sabemos el área que cubre cada boquilla realizaremos la distribución basándonos en los puntos críticos donde existe el riesgo latente de que se produzcan filtraciones.

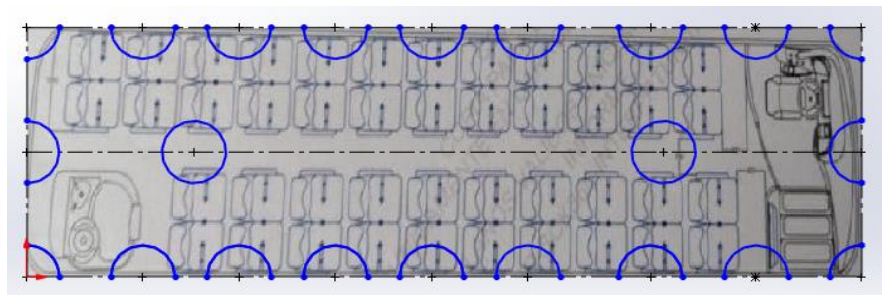


Figura 27-3: Distribución de boquillas desde vista superior
Fuente Autores

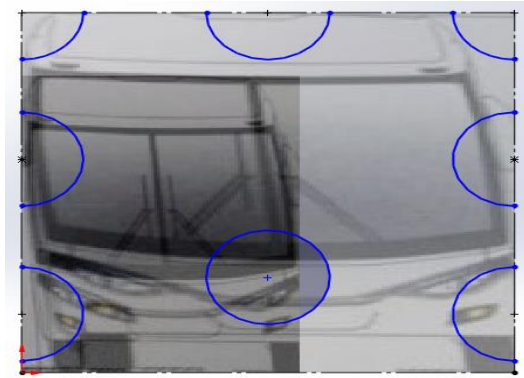


Figura 28-3: Distribución de boquillas desde vista frontal

Fuente: Autores

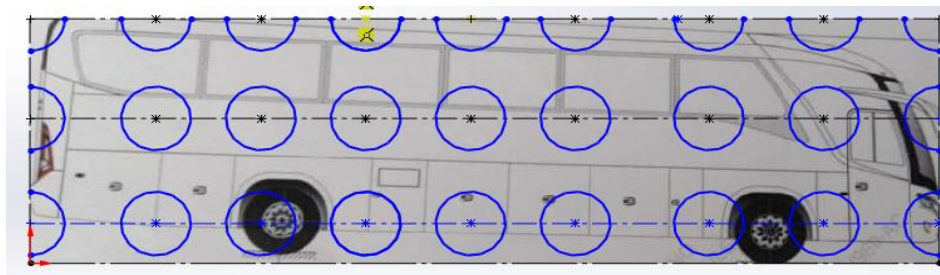


Figura 29-3: Distribución de boquillas vista lateral

Fuente: Autores

Tabla 3-3: Números de boquillas a utilizar

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
Parte superior (techo)	2
Parte frontal	2
Parte lateral (derecha e izquierda)	54
Total	58

Fuente: Autores

3.3.2. Cálculo de tuberías primarias y secundarias

Los pasos que se deben seguir para el diseño de las tuberías secundarias y primarias se pueden resumir así: (LUNG, 2007)

- Determinar el caudal de diseño teniendo en cuenta el número de sub módulos que son necesarios simultáneamente.

$$Q_T = Q_b \times N_b \quad (1)$$

$$Q_T = 9.3 \frac{l}{min} \times 58$$

$$Q_T = 539.4 \frac{l}{min}$$

$$Q_T = 540 \frac{l}{min}$$

Q_T = Caudal total

Q_b = Caudal de la boquilla

N_b = Numero de boquillas

b) Escoger la ruta crítica, es decir el conjunto de tuberías primaria y secundaria que más pérdidas de energía pueda producir y la cabeza topográfica que es necesario vencer.

Para obtener la ruta crítica es necesario realizar el plano de la red de tubería. En la figura (28) se muestra el plano en 2d de la distribución de la tubería.

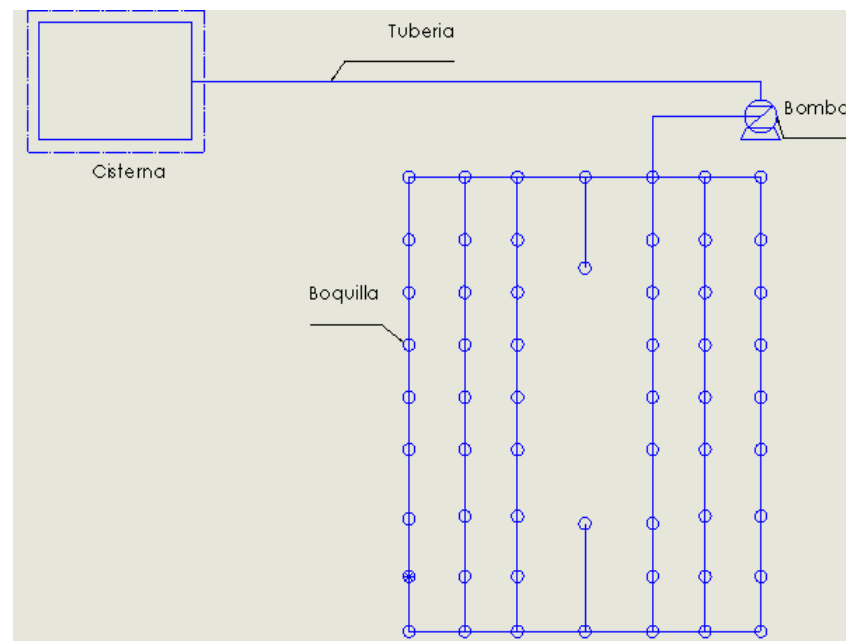


Figura 30-3: Plano de la red de tubería

Fuente: Autores

Teniendo en cuenta que la ruta crítica: Es la ruta entre la estación de bombeo y el módulo de riego que produzca la mayor pérdida de energía hidráulica (pérdidas por fricción más pérdidas menores), se muestra la misma en la figura.

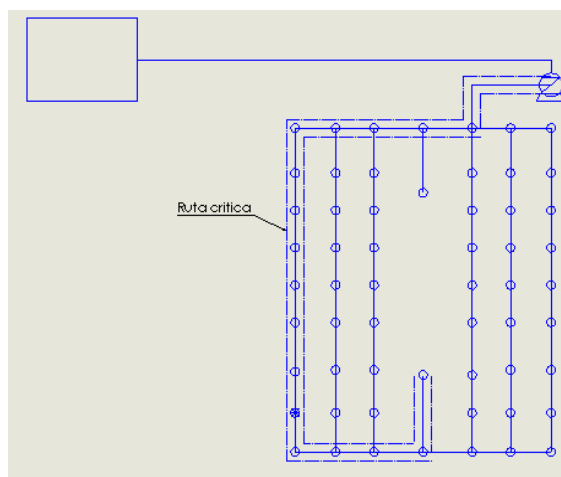


Figura 31-3: Ruta Crítica
Fuente: Autores

c) Llevar a cabo el diseño de las tuberías principal y secundaria como una red abierta. Para seleccionar el diámetro de la tubería principal y secundaria debemos tomar en cuenta el caudal que necesitamos en nuestro sistema, teniendo en cuenta la velocidad del agua en ese tramo de la tubería. El valor de dicha velocidad viene dado en una tabla, después de haberse realizado ensayos en laboratorios.

Tabla 4-3: Velocidades recomendadas para fluidos en tubería

Fluido	Tipo de Flujo	Velocidad	
		ft/s	m/s
Líquidos poco viscosos	Flujo por gravedad	0.5 – 1	0.15 – 0.30
	Entrada de bomba	1 – 3	0.3 – 0.9
	Salida de bomba	4 – 10	1.2 – 3
	Línea de Conducción	4 – 8	1.2 – 2.4
Líquidos viscosos	Entrada de bomba	0.2 – 0.5	0.06 – 0.15
	Salida de bomba	0.5 – 2	0.15 – 0.6
Vapor de Agua		30 – 50	9 – 15
Aire o gas		30 – 100	9 – 30

Fuente: Ingeniería química cuarta edición, McGraw-Hill, 1999

Este sistema necesita de una presión adecuada en la salida de cada aspersor para su buen funcionamiento, por lo que el diseño debe realizarse con diferentes cambios de sección para obtener una ganancia de presión considerando que, al existir un cambio en la sección de una tubería, la velocidad del fluido también incrementará. Para realizar el cálculo del diámetro del sistema de tuberías usaremos la siguiente fórmula.

(2)



Fuente: Autores

Tabla 5-3: Cálculo del diámetro de las tuberías

DIÁMETRO
ADOPTADO
(pulgadas)

Fuente: Autores

d) Las presiones de llegada de las tuberías secundarias a los submódulos debe ser mayor o igual a la requerida por el módulo, pudiendo ser regulada con un regulador de presión.

3.3.3. Selección del material de la red de tubería

En base al estudio realizado sobre las principales tuberías para el sistema hidráulico se realiza una tabla de costos para elegir la más adecuada tomando en cuenta las características de cada una.

Tabla 6-3: Cotización de cada material

Material	PVC	ACERO INOXIDABLE	ACERO GALVANIZADO
Precio (metro lineal)	1.24	7.66	4.33
Precio del total necesario para el sistema	137	843.33	476

Fuente: Autores

Como podemos observar la tubería de PVC nos ofrece un beneficio muy favorable en cuanto al costo, además de que también cumple con todos los parámetros técnicos y de calidad, lo que hace que sea la opción más factible para nuestro diseño. La rugosidad de este material es de vital importancia para su análisis por lo que la presentamos en la siguiente tabla.

Tabla 7-3: Valor del coeficiente de rugosidad en tuberías

MATERIAL	Ks (mm)
VIDRIO	0,0003
PVC, CPVC	0,0015
ASBESTO CEMENTO	0,03
GRP	0,03
ACERO	0,046
HIERRO FORJADO	0,06
CCP	0,12
HIERRO FUNDIDO ASFALTADO	0,12
HIERRO GALVANIZADO	0,15
ARCILLA VITRIFICADA	0,15
HIERRO FUNDIDO	0,15
HIERRO DUCTIL	0,25
MADERA CEPILLADA	0,18-0,9
CONCRETO	0,3-3
ACERO BRIDADO	0,9-9

Fuente: Tomado de Hidráulica de tuberías

3.3.4. Análisis en la red de tubería

En la red hidráulica se realiza una división del fluido mediante tramos ya que es una red ramificada y se debe tener en cuenta cada una de los segmentos para analizarlos individualmente determinado los siguientes parámetros:

- Caudal que atraviesa por cada tramo.
- Si el flujo del agua es laminar o turbulento.
- Las pérdidas por fricción.
- Las pérdidas menores (perdidas por accesorios).
- Conservación de masa.

Para determinar si el flujo es laminar o turbulento se debe determinar el valor del Reynolds mediante la siguiente ecuación:

$$Re = \frac{4Q\rho}{\pi D\mu} \quad (3)$$

Dónde:

Q =caudal (m^3/s)

ρ = densidad (kg/m^3)

D = diámetro (m)

μ = viscosidad ($kg/m*s$)

si este valor es menor o igual a 2300 el flujo es laminar y se determina el valor de las perdidas por fricción mediante la ecuación de Darcy-Weisbach.

$$H_f = \frac{128\mu LQ}{\rho D^4 g\pi} \quad (4)$$

pero si este valor es mayor entonces el flujo es turbulento, y para determinar el valor adimensional de Reynolds se usa la siguiente ecuación.

$$H_F = \frac{8fLQ^2}{D^5 g\pi^2} \quad (5)$$

El valor f (factor de fricción) se puede obtener mediante el diagrama de Moody o utilizando la ecuación de Haland ya que el factor de fricción no se encuentra de forma implícita.

$$\frac{1}{f^{1/2}} = -1.8 \log \left(\frac{6.9}{ReD} + \frac{\left(\frac{K_S}{D}\right)^{1.11}}{3.7} \right)$$

Despejando el factor de fricción ese tiene:

$$f = \left(\frac{1}{-1.8 \log \left(\frac{6.9}{ReD} + \frac{\left(\frac{K_S}{D}\right)^{1.11}}{3.7} \right)} \right)^2 \quad (6)$$

Las perdidas menores o pérdidas por accesorios se determinan mediante la siguiente ecuación:

$$H_m = K_{acc} * \frac{V^2}{2g} = \frac{8K_{CC}Q^2}{D^4 g \pi^2} \quad (7)$$

Donde Kacc es la constante de pérdida del accesorio y se obtiene por medio de tablas. Este valor es empírico y se ha determinado mediante pruebas en laboratorio.

Tabla 8-3: Coeficiente de pérdidas en accesorios para tubería

Accesorios		Diámetro nominal (en pulgadas)											
		1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2-3	4	6	8-10	12-16	18-24
		L/D	Valores de K										
Válv.de compuerta(abierta)		8	0.22	0.2	0.18	0.18	0.15	0.15	0.14	0.14	0.12	0.11	0.1
Válv.de globo(abierta)		340	9.2	8.5	7.8	7.5	7.1	6.5	6.1	5.8	5.1	4.8	4.4
Válv.de retención horizontal(check)		100	2.7	2.5	2.3	2.2	2.1	1.9	1.8	1.7	1.5	1.4	1.3
Válv.de retención horizontal oscilatoria(check)		50	1.4	1.3	1.2	1.1	1.1	1.0	0.9	0.9	0.75	0.7	0.65
Válv.de pie de disco(de huso)con colador		420	11.3	10.5	9.7	9.3	8.8	8.0	7.6	7.1	6.3	5.9	5.5
Válv.de pie de disco con bisagra		75	2	1.9	1.7	1.7	1.7	1.4	1.4	1.3	1.1	1.1	1.0
Codos estándar	90°	30	0.81	0.75	0.69	0.66	0.63	0.57	0.54	0.51	0.45	0.42	0.39
	45°	16	0.43	0.4	0.37	0.35	0.34	0.3	0.29	0.27	0.24	0.22	0.21
	90° radio largo	16	0.43	0.4	0.37	0.35	0.34	0.3	0.29	0.27	0.24	0.22	0.21
	180°	50	1.35	1.25	1.15	1.10	1.05	0.95	0.9	0.85	0.75	0.7	0.65
Curvas de 90°		20	0.54	0.5	0.46	0.44	0.42	0.38	0.36	0.34	0.3	0.28	0.26
T en línea (con derivación en la línea principal y lateral cerrada)		20	0.54	0.5	0.46	0.44	0.42	0.38	0.36	0.34	0.3	0.28	0.26
T en línea (con circulación por derivación)		60	1.62	1.5	1.38	1.32	1.26	1.14	1.08	1.02	0.9	0.84	0.78

Fuente: Cameron Hydraulic data

Valor de k para cambios de sección:

Los valores de k para cambios de sección significativos se determinan mediante la siguiente ecuación:

- Reducción:

$$K = 0.5 \left[1 - \left(\frac{D_1}{D_2} \right)^2 \right]^2 \quad (8)$$

- Ensanchamiento:

$$K = \left[1 - \left(\frac{D_1}{D_2} \right)^2 \right]^2 \quad (9)$$

Para realizar estos cálculos usaremos todos los datos conocidos y que se presentan en la siguiente tabla.

El procedimiento para la obtención de los valores se observa a continuación. Siendo una red ramificada se debe tener la conservación de la masa, que para este caso es el caudal el cual es dividido como se muestra en la Figura

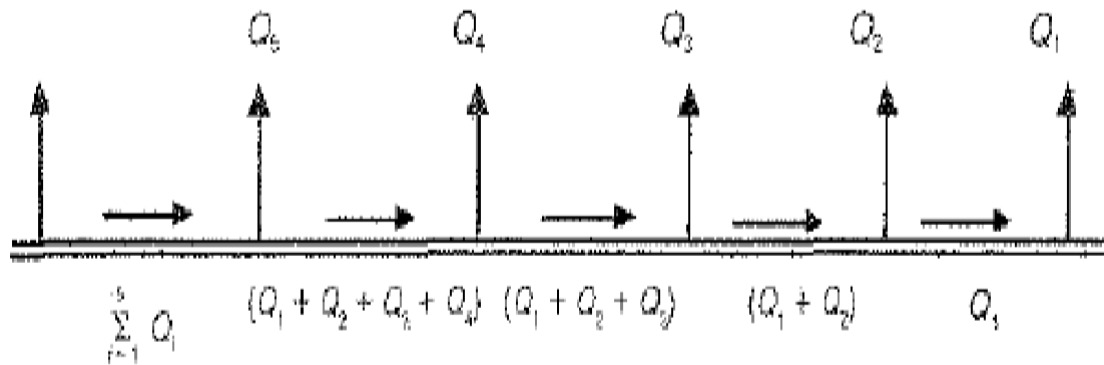


Figura 33-3: Conservación y distribución del caudal

Fuente: Hidráulica de tuberías

Tabla 9-3: Datos conocidos de la red hidráulica

Descripción	Característica/Valor
Material	PVC
Densidad del fluido (kg/m ³)	998,29
Gravedad (m/s ²)	9,81
Viscosidad (kg/m*s)	1,00E-03
Rugosidad (ε)(m)	0,0000015
Caudal Q (m ³ /s)	0,009
Caudal por boquilla (m ³ /s)	0,002
Presión en la boquilla (psi)	43,5
Numero de boquillas	58
Diámetro de tubería principal O-P (m)	0.051
Diámetro de tubería principal P-R (m)	0.025
Diámetro de tubería secundaria (m)	0.019

Fuente: Autores

Calculo para el tramo O-P

El tramo O-P es una sección de la tubería primaria la cual tiene diámetro de 2" y el caudal que atraviesa por este tramo es de 0.009 m³/s, ya que por este tramo pasa el caudal que alimenta todo el sistema.

- Valor del número de Reynolds

$$Re = \frac{4Q\rho}{\pi D\mu}$$

$$Re = \frac{4(0.009) \frac{m^3}{s} (998,29) \frac{Kg}{m^3}}{\pi(0.051) \frac{m^3}{s} (0.001) \frac{Kg}{m \cdot s}}$$

$$Re = 224305.1$$

- Perdidas por fricción

Como el valor Re es mayor a 2500 el flujo es turbulento y las perdidas por fricción se calculan con la ecuación (3). Para lo cual necesitamos obtener primero el valor de el factor de fricción mediante la ecuación (4).

$$f = \left(\frac{1}{-1.8 \log \left(\frac{6.9}{224305.1} + \frac{\left(\frac{c}{0.051} \right)^{1.11}}{3.7} \right)} \right)^2$$

$$f = 0.015$$

$$H_F = \frac{8fLQ^2}{D^5 g \pi^2}$$

$$H_F = \frac{8(0.015)(2,005m) \left(0.009 \frac{m^3}{s} \right)^2}{(0.051m)^5 (9.8 \frac{m}{s})(\pi)^2}$$

$$H_F = 0.58$$

- Perdidas por accesorios

Tabla 10-3: Perdida por accesorios

Tramo	Accesorios	Cantidad	K
O-P	Unión universal	1	0.08
	Codos	1	0.4

Fuente: Autores

Para las perdidas por accesorios se usa la ecuación (7)

$$H_m = \frac{8 \sum K_{cc} Q^2}{D^4 g \pi^2}$$

$$H_m = \frac{8 \left(0.009 \frac{m^3}{s}\right)^2}{(0.051m)^4 (9.8 \frac{m}{s^2}) \pi^2} * (0.08 + 0.4)$$

$$H_m = 0.47m$$

Una vez que tenemos las perdidas por fricción y pérdidas por accesorios, sumamos estas dos para encontrar la pérdida total en ese tramo de tubería.

$$H_{FT \text{ tramo } O-P} = 0.58m + 0.47m$$

$$H_{FT \text{ tramo } O-P} = 1.05m$$

Este proceso debe realizarse en cada tramo de la tubería. Estos cálculos se realizaron en Excel y sus valores respectivos están en el anexo (A), donde también están especificados los accesorios que contiene cada tramo o sección de la red hidráulica anexo (B)

Una vez realizada la sumatoria de todas las pérdidas el resultado final es el siguiente:

$$H_{FT} = H_m + H_f$$

$$H_{FT} = 85.91 \text{ m}$$

Una vez obtenido todos los valores de la red hidráulica realizamos el cálculo para encontrar la altura dinámica de la bomba. Este análisis se realiza entre los puntos más lejanos del sistema los cuales están en la figura (14-13)

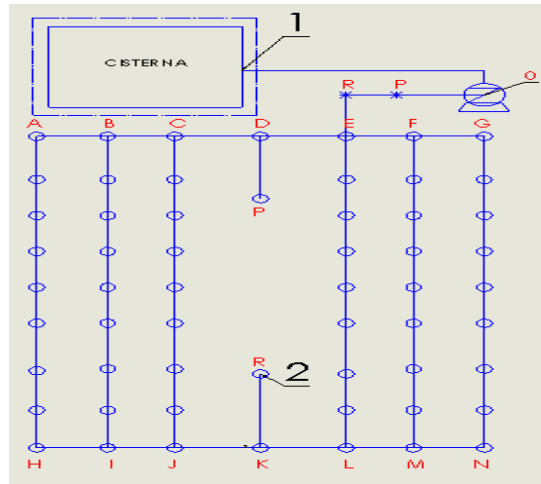


Figura 34-3: Puntos de análisis para calcular la cabeza dinámica de la bomba

Fuente: Autores

$$\left(\frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} + z_1\right) + h_B - (h_f + H_m) = \left(\frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} + z_2\right) \quad (10)$$

Una vez despejada la altura dinámica la ecuación (10) se obtiene:

$$h_B = \left(\frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} + z_2\right) + (h_f + H_m) - \left(\frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} + z_1\right) \quad (11)$$

A partir de la ecuación (11) se simplifica algunos términos puesto que la velocidad a la entrada y salida son muy pequeños. El punto de referencia es z_1 por esta razón es cero.

La presión de entrada y salida son las mismas ya que el chorro sale a presión atmosférica, es por esto que los términos $\left(\frac{P_1}{\gamma} \text{ y } \frac{P_2}{\gamma}\right)$ son iguales, por esta razón la ecuación se reduce a:

$$h_B = (Z_2 + H_{FT}) \quad (12)$$

$$h_B = (4.42 \text{ m} + 85.91 \text{ m})$$

Se realiza la aproximación al entero mayor

$$h_B = 91 \text{ m}$$

Una vez obtenida la cabeza dinámica (h_B) se realiza la selección de la bomba. Para la selección de la bomba hay que tener en cuenta que el sistema hidráulico diseñado funciona a presión, por lo que necesitamos una bomba de presión y no de caudal, además se debe considerar el tipo de fluido.

La bomba seleccionada se muestra a continuación con su respectiva gráfica de la curva característica y parámetros de funcionamiento.

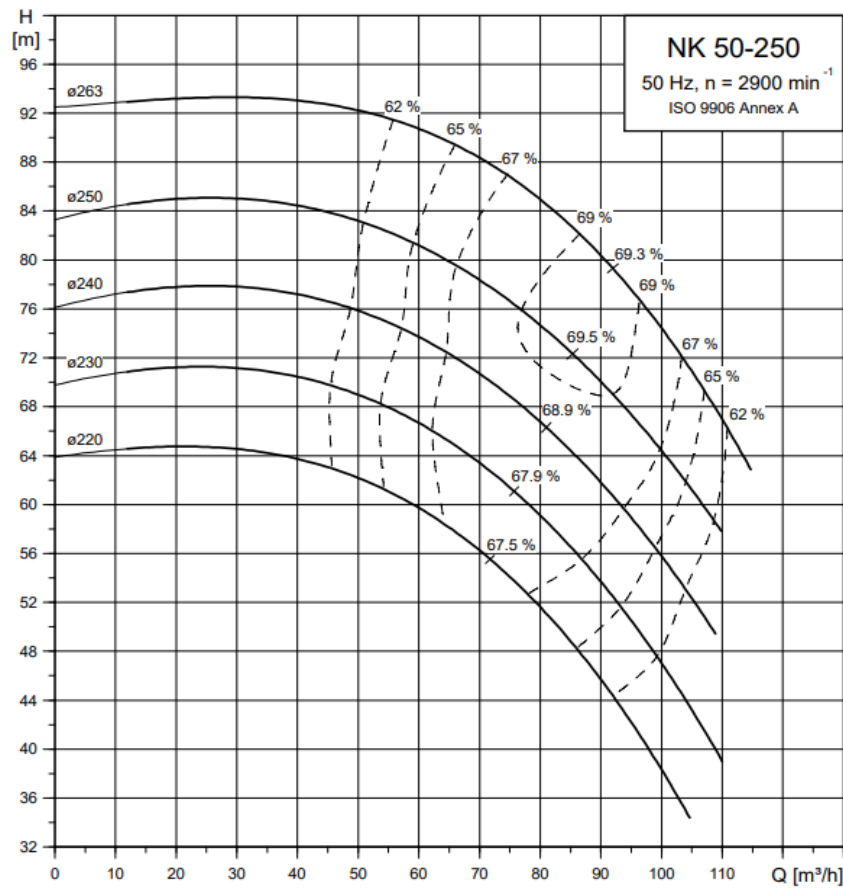


Grafico 4-3: Curva característica de la bomba
Fuente: GRUNDFOS

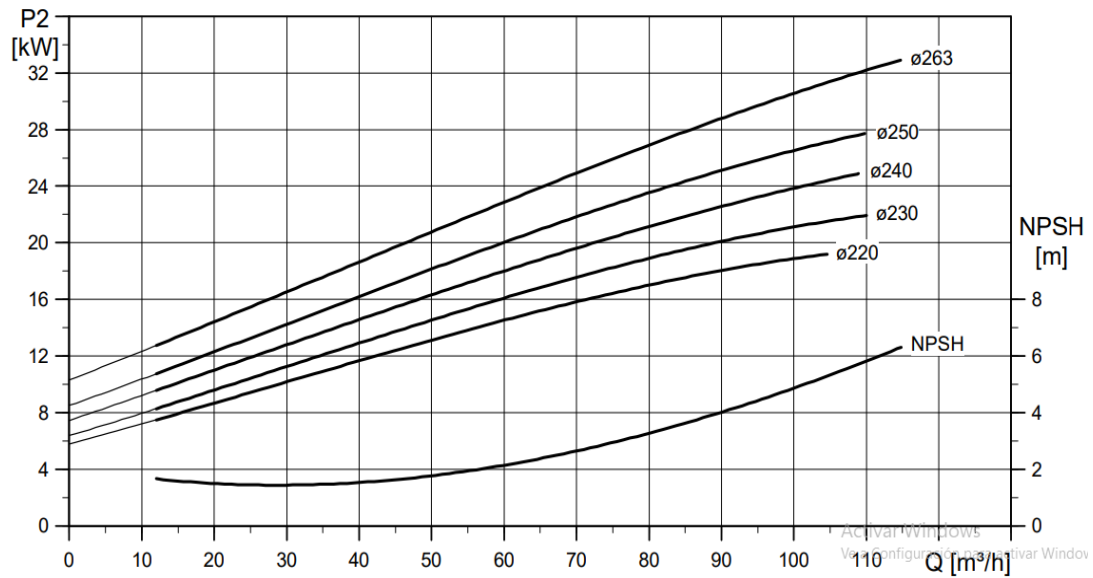


Grafico 5-3: NPSH de la bomba
Fuente: GRUNDFOS

Después de la selección de la bomba se realiza la verificación de que la bomba en su funcionamiento no Cavite, lo cual puede generar un desgaste excesivo a corto tiempo.

En las especificaciones técnicas de la bomba indica el NPSHr el cual debe ser menor al NPSHd

$$\text{NPSHd} \geq \text{NPSHr}$$

El cálculo NPSHd se realiza mediante la siguiente ecuación:

$$\text{NPSHd} = \frac{P_0}{\gamma} - H_a - k_{ASP} Q^2 - \frac{P_v}{\gamma} \quad (13)$$

NPSHd: Carga positiva neta de sección disponible.

P_0 : Presión de la cisterna

γ : Peso específico del líquido.

H_a : Altura del tubo de aspiración.

k_{ASP} : Coeficiente de pérdidas del tubo de aspiración.

$$k_{ASP} = \left(\sum \frac{8F_i L_i}{\pi^2 D^5 g} + \sum \frac{8F_{ACCi}}{\pi^2 D^4 g} \right) \quad (14)$$

P_v : Presión de vapor del líquido a la temperatura de operación (Dado por tablas)

Tabla 11-3: Coeficiente de presión de vapor de agua a diferentes temperaturas

T(°C)	$P_v \left(\frac{Kg}{cm^3} \right)$
2	0.0072
4	0.0083
6	0.0095
8	0.0109
10	0.0125
12	0.0143
14	0.0163

Fuente: Autores

El valor del número de Reynolds para encontrar el valor del coeficiente de fricción es:

$$R_E = \frac{4 * \frac{0.009m^3}{s} * \frac{998.29kg}{m^3}}{\pi * 0.0762m * 0.001kg/m * s}$$

$$R_e = 150125,5$$

El valor del coeficiente de fricción es:

$$f = \left(\frac{1}{-1.8 \log \left(\frac{6.9}{150125,5} + \frac{\left(\frac{0.0000015}{0.0762} \right)^{1.11}}{3.7} \right)} \right)^2$$

$$f = 0.016$$

En la tabla (12) podemos ver el valor de la constante de pérdidas en la tubería de aspiración:

Tabla 12-3: Constante K de pérdidas en accesorios para la tubería de succión

Accesorio	Cantidad	K
Válvulas de retención	1	0.5
Codo regular 90	1	0.4

Fuente Autores

$$K_{ASP} = \frac{8 * 0.016 * 1.8m}{\pi^2 * 0.0762m^5 * 9.81 \frac{m}{s^2}} + \frac{8 * (0.5 + 0.4)}{\pi^2 * 0.0762m^4 * 9.81 \frac{m}{s^2}}$$

$$H_{ASP} = 3131.9 \frac{s}{m^5}$$

El valor de NPSHd es:

$$NPSHd = \frac{101325pa}{9800N/m^3} - 1.8m - 3131.9 \frac{s}{m^5} * 0.009 \frac{m^{3^2}}{s} - \frac{1630pa}{9800N/m^3}$$

$$NPSHd = 8.11m$$

El valor de NPSHr de la bomba es de 6.5 pero debemos sumar un factor de seguridad de 0,5 y el resultado final sería:

$$8.11 (NPSHd) \geq 7 (NPSHr)$$

3.4. Sistema de recolección y tratamiento del agua

El agua usada para las pruebas de estanqueidad no puede ser desperdiciada ya que iríamos en contra de las normas medioambientales, es por esto que se diseñó un sistema para recolectar el agua mediante dos canales en la superficie de los costados de la cabina, que cuentan con unas rejillas para un primer filtrado del agua residual como se muestra en la figura (15-3)

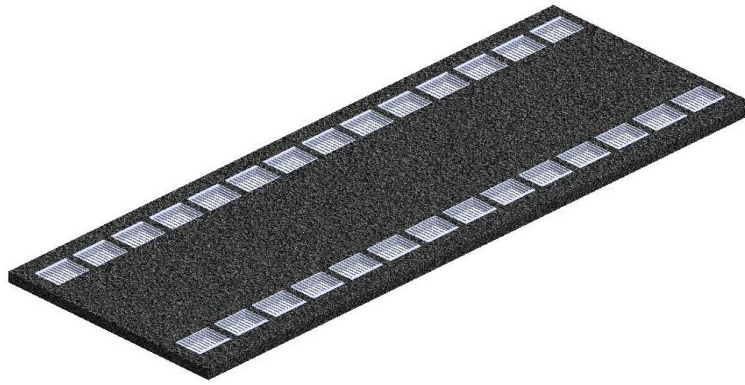


Figura 35-3: Recolectores de agua residual

Fuente: Autores

El agua recolectada es llevada hacia la cisterna que estará provista con un filtro final por mallas para completar el tratamiento de impurezas

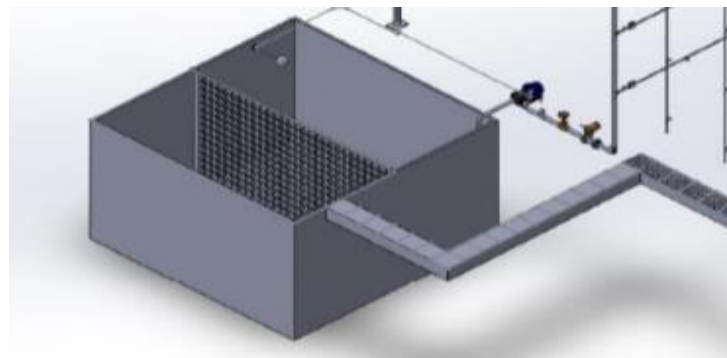


Figura 36-3: Cisterna y filtro

Fuente: Autores

3.5. Diseño completo del sistema

En esta parte se unen todos los sistemas, tanto estructural como hidráulico y recolección de aguas residuales, que será reusada en las siguientes pruebas. Todos estos componentes forman la cabina para pruebas de estanqueidad en buses, como se muestra a continuación en la figura (17-3).

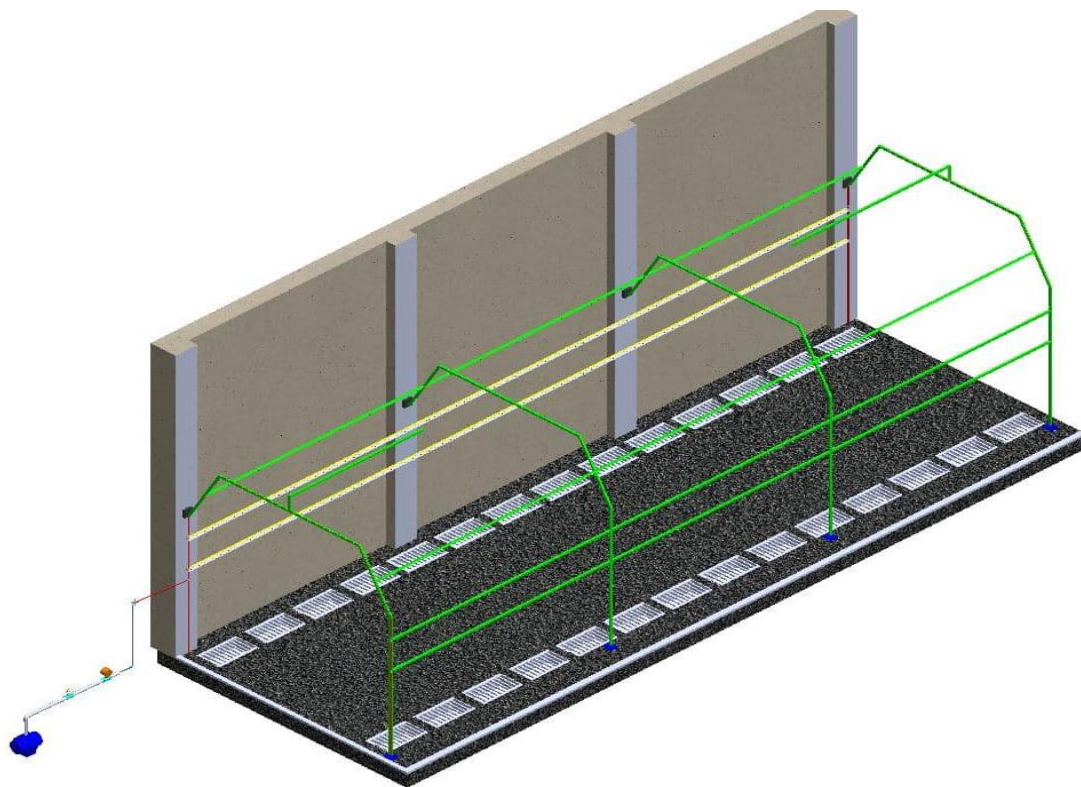


Figura 37-3: Sistema para pruebas de estanqueidad
Fuente: Autores

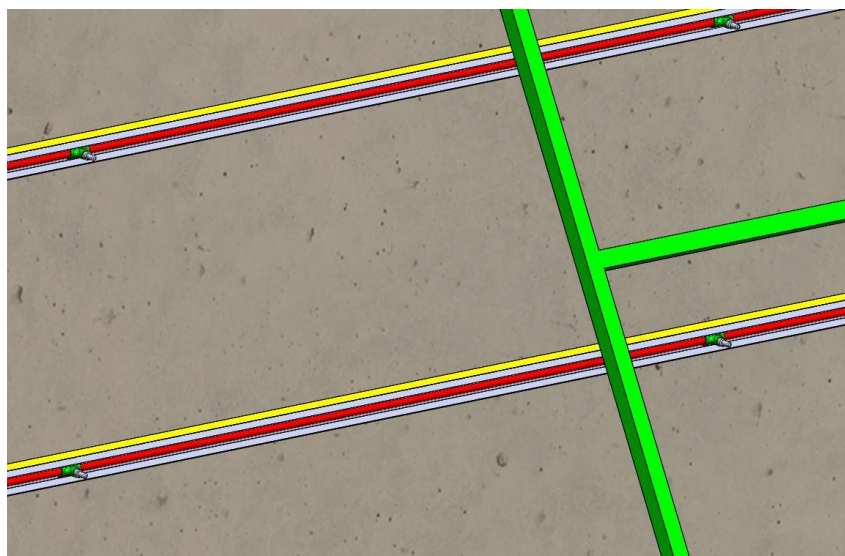


Figura 38-3: Vista en detalle
Fuente: Autores

Una vez que se ha culminado con el diseño del sistema para pruebas de estanqueidad en buses, es necesario generar una ficha técnica del mismo, donde consten todas las características técnicas tanto de operación, como de construcción, que se pueden observar en la siguiente tabla.

Tabla 13-3: Ficha Técnica

FICHA TECNICA DEL SISTEMA PARA PRUEBAS DE ESTANQUEIDAD	
Aspectos técnicos del sistema	
Presión de salida de las boquillas	43,5 PSI
Caudal del sistema	142,6 Gl/min
Numero de boquillas	58
Ángulo de salida de boquilla	60°
Tiempo de duración de la prueba	2 min
Referencia de la bomba	NK-50-250
Altura resultante de la bomba	96 m
Materiales del sistema	
Estructura	Acero A500
Tubería	PVC
Recolectores de agua	Hierro fundido
Cuerpo hidráulico de la bomba	Fundición
Impulsor de la bomba:	ASTM A48-30 B
Líquido de trabajo	
Líquido bombeado	Agua
Rango de temperatura del líquido	4 - 80 °C
Temp. Promed. del líquido	15 °C
Densidad del líquido	998.2 kg/m ³
Viscosidad cinemática	1 mm ² /s
Datos de la bomba	
Frecuencia de alimentación	50 Hz
Numero de polos	2
Potencia nominal - P2	15
Tipo de motor	MMG160MB-E
n	2900 rpm
Temp. de funcionamiento	-25°C a +140°C
Corriente	220v
Ciclo de vida del Sistema	
Vida útil del sistema	20 años
Requiere capacitación para su operación	Si
Cantidad de operarios	2.
Mantenimiento preventivo	6 meses
Datos físicos del sistema	
Alto de cabina	4,42 m
Largo de cabina	15 m
Ancho de cabina	4,6 m

Fuente: Autores

CAPÍTULO IV

4. PRESUPUESTO ECONÓMICO

4.1. Costos directos

Los valores establecidos son los que existen en nuestro mercado comercial actual y se detallan en la tabla siguiente

Tabla 1-4: Costos directos

PRESUPUESTO ECONÓMICO PARA EL SISTEMA DE PRUEBAS DE HERMETICIDAD				
MATERIALES	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO(\$)	PRECIO TOTAL (\$)
Estructura Metálica				
Perfil en C	2 in	150 m	2.50	375
Electrodos	6011	200 u	45	45
Pernos	5/16 x 1 in	120 u	0,15	18
Abrazaderas	¾	60 u	0,35	21
Pintura anticorrosiva	wash primer	1 Gl	25	25
Diluyente	tiñer	1 Gl	15	15
Red Hidráulica				
Bomba	NK 50-250	1 u	750	750
Aspersores	1/4 in	58 u	18.50	1073
Tubo	3 in	5m	15	75
Tubo	3/4 in	19 u	16,07	305,33
Te	3/4 a 1/2 in	58 u	1,41	81,78
Reducción	1/2 a 1/4 in	58 u	0,2	11,6
Codos	90°	4 u	0.65	2.60
Codos	45°	8 u	0.80	6.40
Reducción	2 a 1 in	1 u	1,3	1,3
Reducción	1 a 3/4 in	1 u	1,23	1,23
Válvula	Check	1 u	21,55	21,55
Regulador de presión	2 in	1 u	50	50
Teflón	blanco	20 u	0.30	6
Rejilla	recolección de agua	30m	3,5	105
Cable	alambre de cobre	50m	1,06	53
Hormigón Armado				
Piso	área de cabina	75 m ³	50m ³	2250
Total				5368,95

Fuente: Autores

Costo de mano de obra

Los costos de mano de obra son todos aquellos valores económicos que intervienen en la adecuación y construcción del proyecto.

Tabla 2-4: Gastos de mano de obra

Costos de mano de obra				
Operarios	Número de operarios	Horas de trabajo	Costo de hora (\$)	Total (\$)
Soldadores	2	160 h	5,65	900
Gasfitero	2	80 h	5	400
Albañil	2	240 h	5	1200
Obra civil	1	2 h	40	80
Servicios Profesionales	2	320 h	4,5	1440
Total				4020

Fuente: Autor

Costos de operación

Los gastos de operación son todos aquellos valores económicos que intervienen en el funcionamiento del proyecto.

Tabla 3-4:: Costos de operación

Costos de Operación			
Servicios	Cantidad	Costo (\$)	Total(\$)
Luz	250W	0,42	0,83
Agua	0,54 m/3	0,44 m/3	0,88
Operarios	2	5	10
Total			11,71

Fuente: Autores

4.2. Costos indirectos

Los costos indirectos son todos aquellos valores económicos que intervienen también en el proyecto, pero de forma indirecta y se detallan en la tabla siguiente.

Tabla 4-4: Costos indirectos

Costos Indirectos	
Descripción	Precio total (\$)
Transporte	100
Alimentación	250
Imprevistos	985,066
Total	1335,066

Fuente: Autores

Costo total del Sistema:**Tabla 5-4:** Costo total

Costos Totales	
Tablas de costos	5368,95
Gastos de mano de obra	4420
Costos indirectos	1335,066
Gastos de operación	11,71
Total	11124,016

Fuente: Autores

CONCLUSIONES

- Este sistema de pruebas de estanqueidad será muy útil ya que nos permitirá comprobar si existen problemas de filtración, antes de avanzar al proceso final.
- Mediante este sistema se dará cumplimiento con la norma NTE INEN 1 323: 2009 establecida por la ANT, que exige realizar pruebas de hermeticidad a cada unidad carrozada.
- Se logró proyectar una mejora en la calidad de la producción, mayor confort y garantía, que aumentara el grado de confiabilidad de los clientes hacia la empresa.
- Carrocerías Yaulema será pionera en contar con este tipo de tecnología que será de gran aporte para el sector industrial y carroceros de la zona centro del país y de la provincia.

RECOMENDACIONES

- Carrocerías Yaulema será pionera en contar con este tipo de tecnología que será de gran aporte para el sector industrial y carrocerero de la zona centro del país y de la provincia.
- Se recomienda que las pruebas de simulación de lluvia se deben realizar a las carrocerías terminadas en un 100 % y antes de ser entregadas a sus clientes, ya que cualquier elemento adicional colocado en la carrocería puede generar filtración.
- Se recomienda utilizar la mayor cantidad de elementos estandarizados y normalizados para que al momento de la construcción de la cabina de hermeticidad no exista inconvenientes.
- Se aconseja que la construcción se realice en el menor tiempo posible, ya que los costos de implementación podrían variar

BIBLIOGRAFÍA

CARLOS. NAPOLEÓN ARMENGOL S.L. *NAPOLEÓN ARMENGOL S.L.* [En línea] 30 de 11 de 2018. <http://blog-napoleon-armengol.com/2018/11/30/caracteristicas-de-los-tubos-galvanizados/>.

DÍEZ, PEDRO FERNÁNDEZ. *BOMBAS CENTRÍFUGAS Y VOLUMETRICAS*. Cantabria : s.n., 2001.

DOMINIO PREDICTIVO. dominio predictivo. [En línea] 2017. <http://dominiopredictivo.com/servicios/evaluacion-hermeticidad-de-cabinas/>.

DUTAN, ARANDA PAZMIÑO Diego Oswaldo - Veronica. Bibdigial. *Repositorio de la escuela Politecnica Nacional*. [En línea] Julio de 2009. <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/1634/1/CD-2300.pdf>.

ESTACIO NATIVIDAD, J. M., & MELÉNDEZ RODRÍGUEZ, P. M. REPOSITORIO ACADEMICO DE LA UNIVERSIDAD SAN MARTIN DE PORRES. *Análisis comparativo entre tuberías de polietileno reticulado PEXb y tuberías de PVC en instalaciones de agua potable*. [Enlínea]2017.http://www.repositorioacademico.usmp.edu.pe/handle/usmp/3472?mode=full&submit_simple=Mostrar+el+registro+Dublin+Core+completo+del+%C3%ADtem+.

GARZA, Carlos. *Pruebas de Hermeticidad en Cabinas de Vehículos con Ultrasonido Acústico*. Mexico : s.n., 2017.

HERAS, SALVADOR de las. *Fluidos, bombas e instalaciones hidráulicas*. Barcelona : Oficina de Publicacions Acadèmiques Digitals de la UPC, 2011.

LUNG, RICARDO CHANG. UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA. [En línea] 2007. http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/16025/1/chang_lr.pdf.

Modelo estadístico para la caracterización y optimización en bombas periféricas. **Carlos CAMARGO - Jorge DUARTE - Adriana RINCÓN.** 2018, Revista Científica Ingeniería y Desarrollo, Vol 36, No 1.

MORETA, MODESTO. 54 empresas carroceras ya tienen su certificación. [En línea] LIDERES. [En línea] 2 de Agosto de 2015. <https://www.revistalideres.ec/lideres/empresas-carroceras-buses-certificacion-agencia.html>.

BARRERA DOBLADO Oscar- ROS MARTIN Joan Antoni. *Sistemas de seguridad y confortabilidad.* Madrid : Ediciones Paraninfo S.A, 2019.

SCHHARFT Robert - JAMES E. DUFFY. *ARROCERÀ DEL AUTOMÒVIL.* Marid : Paraninfo , 1999.

SANTIBÁÑEZ, LCC. OCARANZA Rosario. *Aplica - inox. Aplica - inox.* [En línea] 2011. <http://aplicainox.org/ing/aplicaciones/tuberias/>.

SERNA, CORCHO ROMERO Freddy - DUQUE Josè Ignacio. *Acueductos teoria y diseño.* Medellin : Universidad de Medelln, 2005.

SYSTEMS, SPRAYING. *Guia del usuario de boquillas de pulverización.* [En línea] 2004. <http://teejet.it/media/350064/li-ms112%20users%20guide%20spanish.pdf>.

TEROSON, LOCTITE. *LOCTITE TEROSON.* [En línea] 2019. <https://blog.reparacion-vehiculos.es/que-es-la-estanqueidad-y-como-se-mide>.

GRACIA Joaquín Gonzalo - GARCIA JIMÈNEZ Josè Luis. *Elementos estructurales del vehículo.* Madrid : Ediciones Paraninfo S.A, 2009.

TUTEORICA. *tuteorica.com. tuteorica.com.* [En línea] 27 de Agosto de 2017. <https://www.tuteorica.com/material-complementario/seguridad-pasiva/chasis-y-carroceria>.

ANEXOS

Anexo A: Cálculos en cada tramo de la red de tubería

Tramos	Diámetro (m)	Caudales Q (m ³ /s)	Rugosidad KS	Densidad ρ kg/m ³	Viscosidad μ (kg/m*s)	Reynold	Factor de fricción(f)	Longitud (m)	Constante por perdida del accesorio (K)	Perdidas por fricción Hf (m)	Perdida por accesorio Hm (m)
O-P	0,051	0,009	0,0000015	998,29	0,001	224305,3021	0,015	2,005	0,48	0,58398901	0,475346665
P-R	0,025	0,009	0,0000015	998,29	0,001	457582,8163	0,0011	2,005	0,56	1,513062742	9,604569661
R-E	0,019	0,009	0,0000015	998,29	0,001	602082,6531	0,0013	0,6	0,36	2,110457041	18,507084821
A-H	0,019	0,00105	0,0000015	998,29	0,001	70242,97619	0,01	15	5,14	5,5241664	3,596600604
B-I	0,019	0,00105	0,0000015	998,29	0,001	70242,97619	0,01	15	4,34	5,5241664	3,036818409
C-J	0,019	0,00105	0,0000015	998,29	0,001	70242,97619	0,01	15	4,34	5,5241664	3,036818409
D-P	0,019	0,00015	0,0000015	998,29	0,001	10034,71088	0,03	3,03	2	0,068319282	0,028560316
K-R	0,019	0,00015	0,0000015	998,29	0,001	10034,71088	0,03	3,03	0,26	0,068319282	0,003712841
E-L	0,019	0,00105	0,0000015	998,29	0,001	70242,97619	0,01	15	4,34	5,5241664	3,036818409
F-M	0,019	0,00105	0,0000015	998,29	0,001	70242,97619	0,01	15	2,52	5,5241664	1,763313915
G-N	0,019	0,00105	0,0000015	998,29	0,001	70242,97619	0,01	15	4,34	5,5241664	3,036818409
E-D	0,019	0,0004	0,0000015	998,29	0,001	26759,22903	0,024	1,75	1,22	0,224474063	0,123888304
D-C	0,019	0,0004	0,0000015	998,29	0,001	26759,22903	0,024	1,75	1,02	0,224474063	0,103578746
E-G	0,019	0,00045	0,0000015	998,29	0,001	30104,13265	0,023	0,4	1,64	0,062231426	0,210775133
C-A	0,019	0,00045	0,0000015	998,29	0,001	30104,13265	0,023	0,4	2,26	0,062231426	0,290458415
L-K	0,019	0,0003	0,0000015	998,29	0,001	20069,42177	0,025	1,75	2,26	0,131527771	0,129092629
K-J	0,019	0,0003	0,0000015	998,29	0,001	20069,42177	0,025	1,75	1,02	0,131527771	0,058263045
J-H	0,019	0,00045	0,0000015	998,29	0,001	30104,13265	0,023	0,4	1,02	0,062231426	0,131091851
I-N	0,019	0,00045	0,0000015	998,29	0,001	30104,13265	0,023	0,4	2,26	0,062231426	0,290458415
TOTAL										38,45007513	47,464068996

Anexo B: Accesorios y coeficiente de perdida en cada tramo del Sistema hidráulico

Tramos	Accesorios	Cantidad	K	K (total)	Tramos	Accesorios	Cantidad	K	K (total)
O-P	Unión universal	1	0,08	0,08	E-D	Codo	1	0,4	0,4
	Codo	1	0,4	0,4		Reducción	1	0,16	0,16
P-R	Reducción	1	0,16	0,16		Aspersor	1	0,26	0,26
	Codo	1	0,4	0,4		Te	2	0,2	0,4
R-E	Te	1	0,2	0,2	D-C	Codo	1	0,4	0,4
	Reducción	1	0,16	0,16		Reducción	1	0,16	0,16
A-H	Codos	2	0,4	0,8		Te	1	0,2	0,2
	Te	7	0,2	1,4		Aspersor	1	0,26	0,26
	Aspersor	7	0,26	1,82	E-G	Codo	1	0,4	0,4
	Reducciones	7	0,16	1,12		Reducción	2	0,16	0,32
B-I	Te	7	0,2	1,4		Aspersor	2	0,26	0,52
	Aspersor	7	0,26	1,82		Te	2	0,2	0,4
	Reducciones	7	0,16	1,12	C-A	Codo	1	0,4	0,4
C-J	Aspersores	7	0,26	1,82		Reducción	3	0,16	0,48
	Te	7	0,2	1,4		Aspersor	3	0,26	0,78
	Reducción	7	0,16	1,12		Te	3	0,2	0,6
D-P	Reducción	1	0,16	1,12	L-K	Codo	1	0,4	0,4
	Codos	2	0,4	0,8		Reducción	1	0,16	0,16
K-R	Codos	2	0,4	0,8		Aspersor	1	0,26	0,26
	Reducción	1	0,16	0,16		Te	2	0,2	0,4
E-L	Te	7	0,2	1,4	K-J	Codo	1	0,4	0,4
	Aspersor	7	0,26	1,82		Reducción	1	0,16	0,16
	Reducción	7	0,16	1,12		Te	1	0,2	0,2
F-M	Te	7	0,2	1,4		Aspersor	1	0,26	0,26
	Reducción	7	0,16	1,12	J-H	Codo	1	0,4	0,4
G-N	Reducción	7	0,16	1,12		Reducción	3	0,16	0,48
	Te	7	0,2	1,4		Aspersor	3	0,26	0,78
	aspersor	7	0,26	1,82		Te	3	0,2	0,6

Anexo C: Cotización de boquillas de pulverización en acero inoxidable



IS-FOR-003 V3

PROFORMA No. 82137

RUC: 1792303451001 - ABCommerce Comercial e Industrial Cia Ltda

Cliente: DIEGO BUENAÑO

Atención : Diego Buenaño


R.U.C.

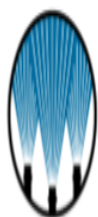
Dirección:

Teléfono:

Fecha: 11 de septiembre de 2019

Email: dioguis_acu@hotmail.com

CODIGO	DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
BB 1/4 SS 12.5 NPT	Boquillas de cono lleno. Acero inoxidable. Caudal 9.3 lts a 3 Bares. Angulo aproximado 60°. Cobertura teórica a 80 cm de distancia 90 cm de diámetro	85	\$ 18.50	\$ 1,572.50
7521-3/4 x 1/4	Clamp sujetador de 3/4" x 1/4", Acero inoxidable NPT, (Opcional)	85	\$ 17.80	\$ 1,513.00
				
			SUBTOTAL	\$ 3,085.50
Observaciones:			IVA 12%	\$ 370.26
			TOTAL	\$ 3,455.76



Spraying Systems del Ecuador Cia Ltda.

Av. Narcisca de Jesus entre Callejón 12vo y Callejón 8vo,

Centro de Negocios del Rio Local #9

Tel: +593 4 600 7495 / +593 4 213 1350 / +593 9 9373 5741 / +593 9 9975 7138

Email: spray.ecuador@spray.com

COTIZACIÓN - SISTEMAS DE HERMETICIDA

CARROCERIAS YAULEMA

QUITO,

Numero de Cotización: 190083329-A

Código de Cliente: P296767

Issue Date: 10/9/2019

Valido hasta:: 9/11/2019

Atención:

DIEGO BUENAÑO

dioguis_acu@hotmail.com

984931584

Incoterms: DAP Entrega en Transporte

Forma de Pago: 50% anticipo, saldo contra entrega

Gracias por su interés en nuestros productos y sistemas. Nos complace presentarles la siguiente cotización.

#	Referencia	Descripción	Cant.	Plazo Entrega*	Precio ud. (USD)	Importe.(USD)
1	1/2GG-PVC40	Boq. Fulljet en PVC	90	14 días aprox.	70,14	6.312,60

*Entrega express sujeta a disponibilidad con cargo adicional.

TOTAL SIN IVA 6.312,60

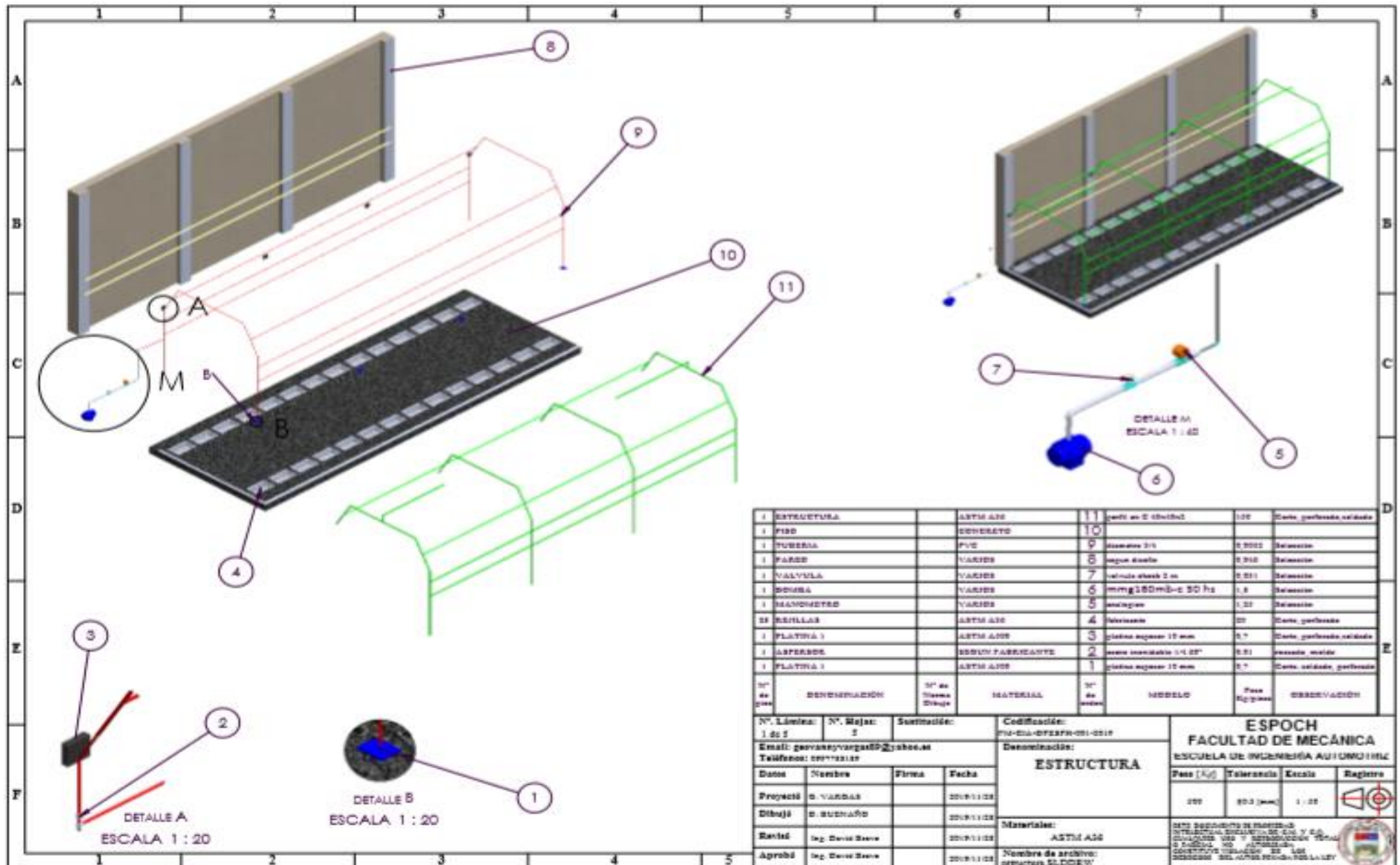
IVA(12,00%): 757,51

TOTAL COTIZACIÓN(USD) 7.070,11

Activar Wind
Ve a Configuración

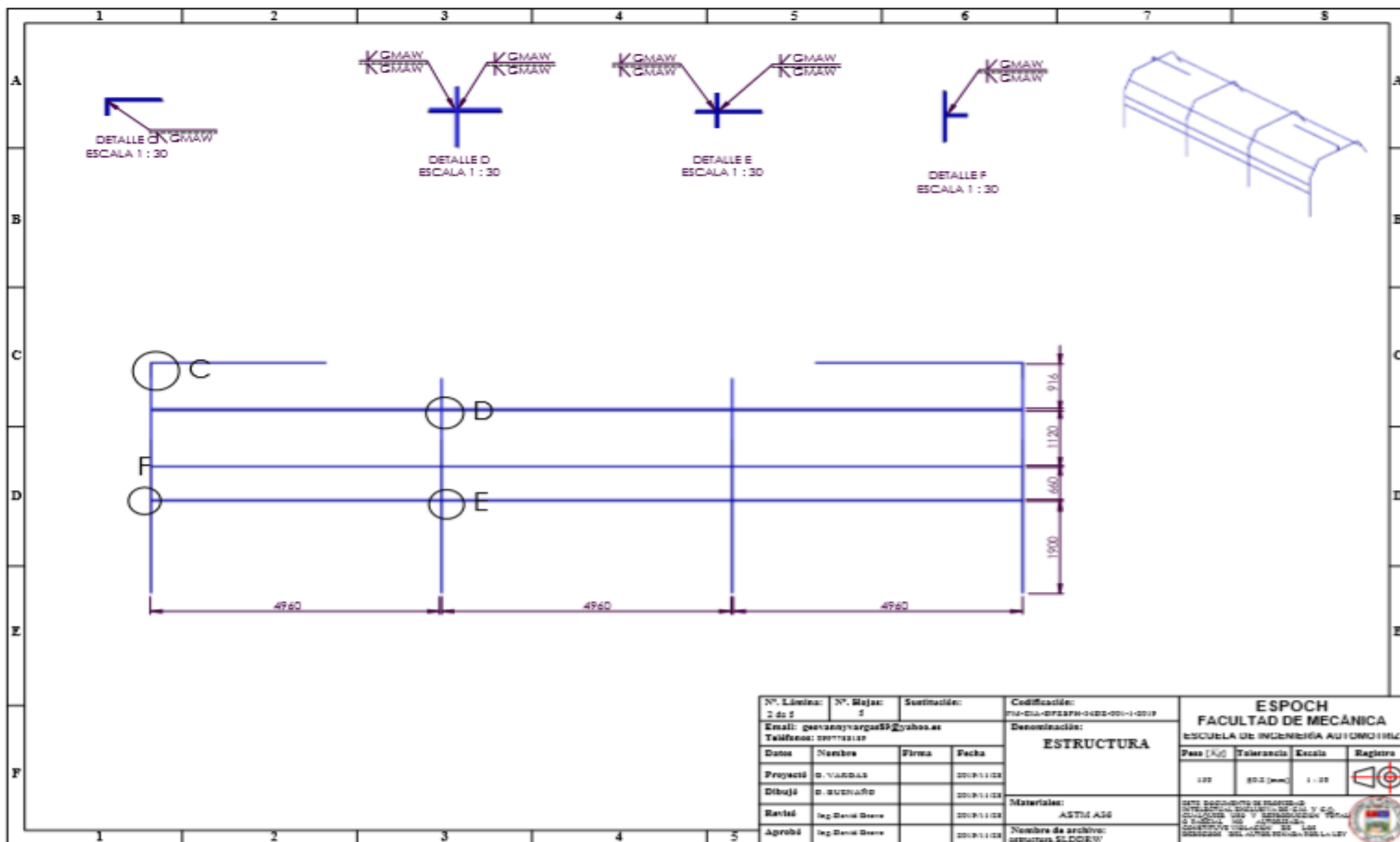
Anexo E:

PLANOS

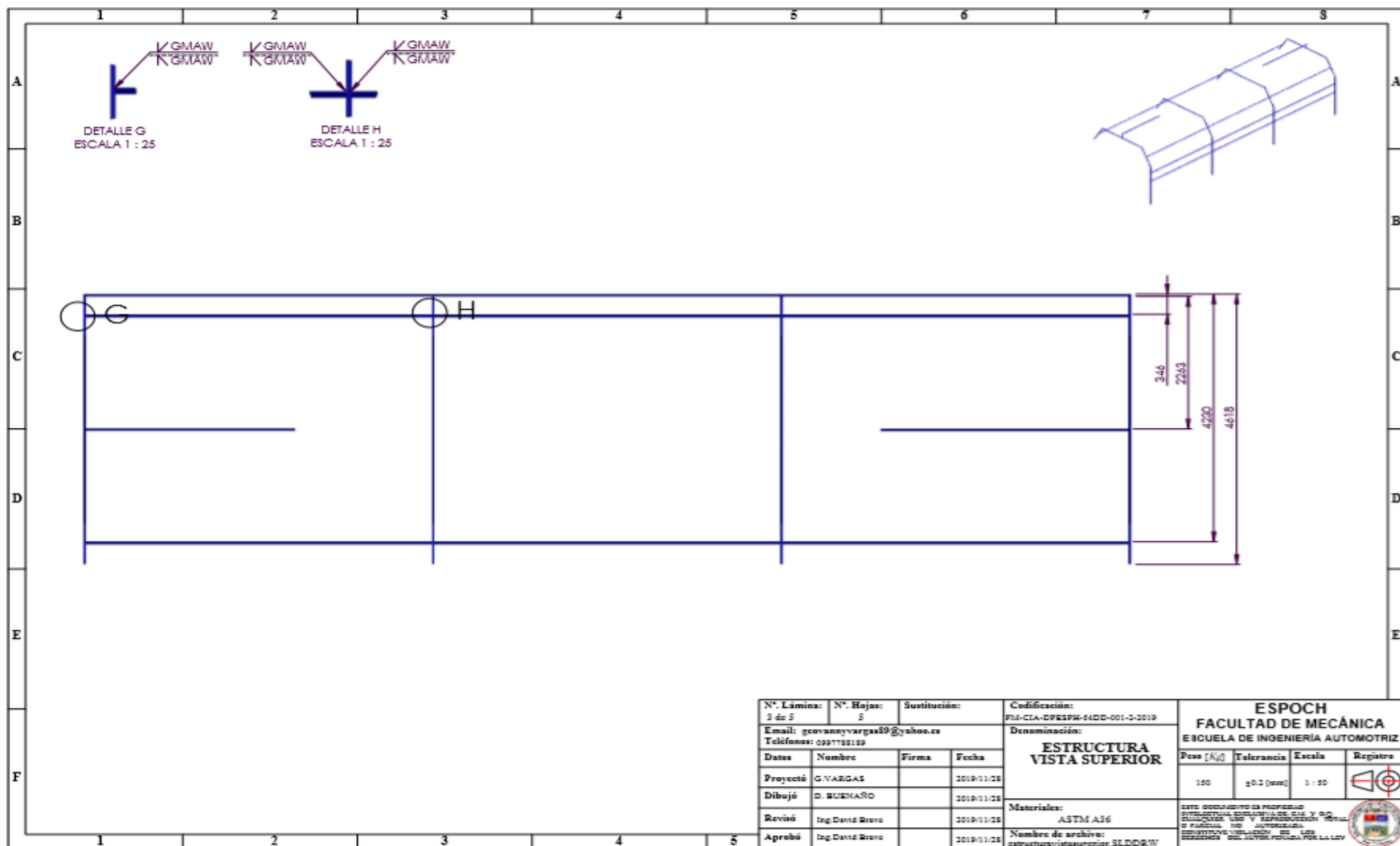


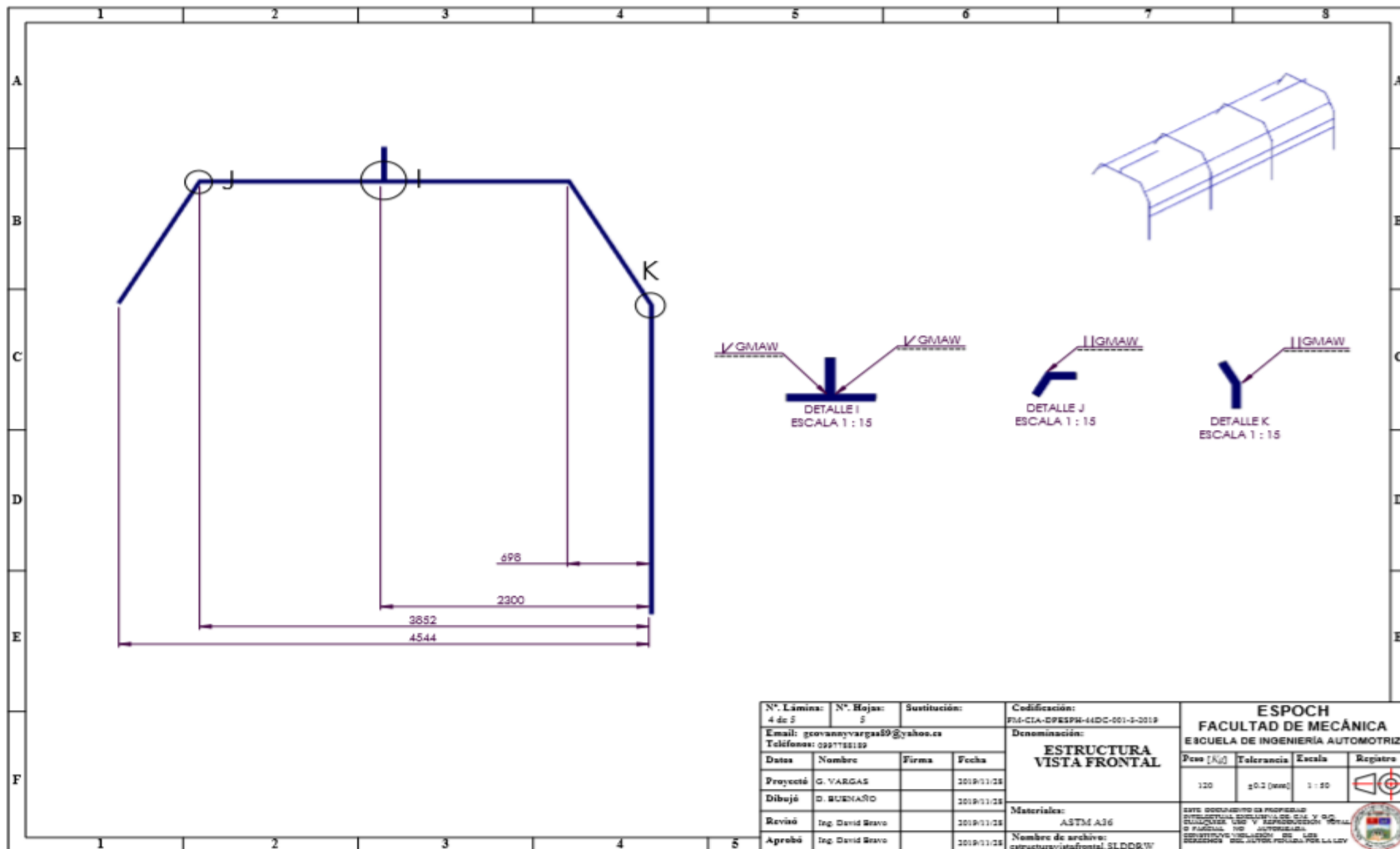
1	ESTRUCTURA	ASTM A36	11	perfil de 2 chavetas	100	Corte, perforado, soldado
2	FIBRA	CONCRETO	10			
3	TUBERIA	PVC	9	diámetro 1/2"	0.002	Selección
4	PARED	VARIES	8	según diseño	0.010	Selección
5	VALVULA	VARIES	7	válvula de 2"	0.011	Selección
6	MANGUERA	VARIES	6	mmg 150mm x 50 hs	1.8	Selección
7	MANOMETRO	VARIES	5	analogico	1.20	Selección
8	CHAVETAS	ASTM A36	4	diámetro	20	Corte, perforado
9	PLATINA 1	ASTM A36	3	platina espesor 10 mm	0.7	Corte, perforado, soldado
10	ASPEROS	ESQUEMA FABRICANTE	2	esquema fabricante 1/4 2"	0.01	esqueño, molde
11	PLATINA 1	ASTM A36	1	platina espesor 10 mm	0.7	Corte, soldado, perforado

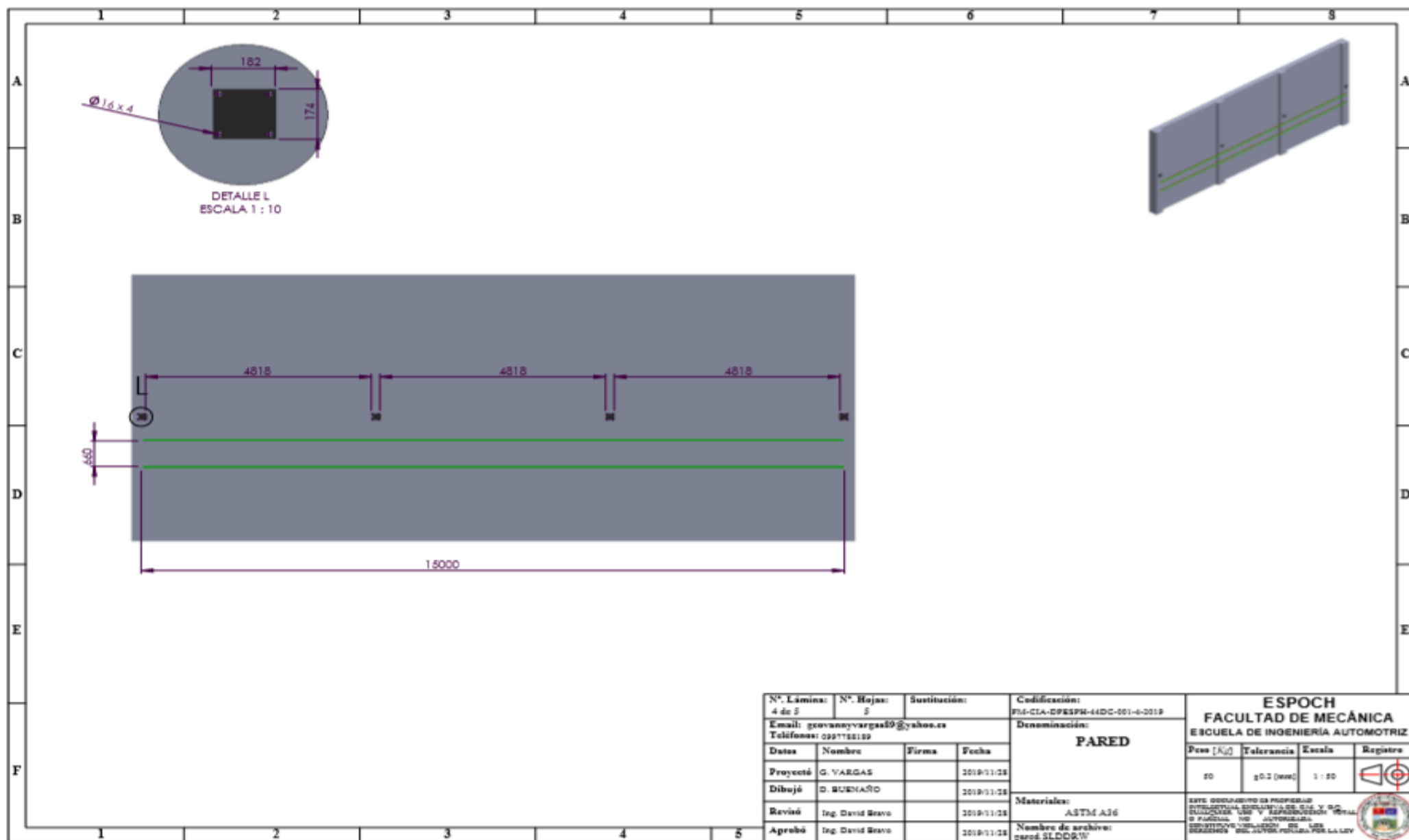
Nº de pieza	DESIGNACIÓN	Nº de pieza dibujo	MATERIAL	Nº de orden	MODELO	Peso Nominal	OBSERVACIÓN
Nº. Línea: 1 de 5	Nº. Hoja: 5	Suministro:	Codificación: PU-EN-02347-01-011	Denominación: ESTRUCTURA	ESPOCH FACULTAD DE MECÁNICA ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ		
Email: gervasio.vargas@esPOCH.edu.ec			Fecha: 2019/11/08			Peso (Kg)	Tolerancia
Teléfono: 0712211111			Fecha: 2019/11/08			200	±0.3 (mm)
Proyectó: D. VARGAS	Firma:	Fecha: 2019/11/08	Materiales: ASTM A36			1/20	
Dibujó: D. BUSTAMANTE	Firma:	Fecha: 2019/11/08	Nombre de archivo: estructura_SLODW				
Revisó: Ing. David Soto	Firma:	Fecha: 2019/11/08					
Aprobó: Ing. David Soto	Firma:	Fecha: 2019/11/08					



Nº. Lámina: 2 de 5		Nº. Hojas: 5		Sustitución:		Codificación: FM-CA-DISEÑO-005-001-1-001		<div>ESPOCH</div> <div>FACULTAD DE MECÁNICA</div> <div>ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ</div>							
Email: gervanyvargas9@yahoo.es				Teléfono: 0977431127		Denominación: <div>ESTRUCTURA</div>									
Datos		Nombre		Firma		Fecha		Peso [Kg]		Tolerancia		Escala		Registro	
Proyectó		D. VARGAS				20/01/12		120		±0.2 (mm)		1 : 20			
Dibujó		D. BUCARDO				20/01/12									
Revisó		Ing. David Sierra				20/01/12		Materiales: ASTM A36		<div>DATO: DOCUMENTO DE PROYECTO DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ, DE CALIDAD Y C.O. CALIDAD DE V. SERVICIOS. FIRMAS Y SELLOS NO AUTORIZADOS. GARANTÍA: GARANTÍA DE LOS SERVICIOS DEL AUTOMOTRIZISTA.</div>					
Aprobó		Ing. David Sierra				20/01/12		Nombre de archivo: estructura_SLDRAW							







N° Lámina: 4 de 5	N° Hojas: 5	Sustitución:	Codificación: FM-CIA-CPESPM-44DC-001-6-2019	ESPOCH FACULTAD DE MECÁNICA ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ			
Email: joaquinavargas89@yahoo.es Teléfonos: 0997788189			Denominación: PARED				
Datos	Nombre	Firma	Fecha	Materiales: ASTM A36			
Proyectó	G. VARGAS		2019/11/08				
Dibujó	D. BUENARO		2019/11/08	Nombre de archivo: pared.SLDDRW			
Revisó	Ing. David Bravo		2019/11/08				
Aprobó	Ing. David Bravo		2019/11/08	ESPOCH FACULTAD DE MECÁNICA ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ			

Peso [Kg]	Tolerancia	Escala	Registro
50	±0.2 (mm)	1 : 50	

ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD
EXCLUSIVA DE ESPOCH Y NO
DEBE SER REPRODUCIDO TOTAL
O PARCIALMENTE SIN
AUTORIZACIÓN DEL
DISEÑADOR DEL AUTOR PORQUE POR LA LEY

